

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ORGANIZAÇÃO DE EPISÓDIOS DE ENSINO SOBRE A  
QUESTÃO NUCLEAR PARA O ENSINO MÉDIO  
FOCO NO IMAGINÁRIO DE LICENCIANDOS**

**Autora:** Thirza Pavan Sorpreso

**Orientadora:** Maria José Pereira Monteiro de Almeida

**Dissertação apresenta para obtenção do  
grau de Mestre em Educação pela  
Faculdade de Educação da UNICAMP,  
sob a orientação da Profa. Dra. Maria  
José P. M. de Almeida**

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. João Zanetic

Prof. Dr. Pedro da Cunha Pinto Neto

Prof. Dr. Henrique César da Silva

Suplente – Profa. Dra. Elisabeth Barolli

Campinas  
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ORGANIZAÇÃO DE EPISÓDIOS DE ENSINO SOBRE A  
'QUESTÃO NUCLEAR' PARA O ENSINO MÉDIO  
FOCO NO IMAGINÁRIO DE LICENCIANDOS

Autor: Thirza Pavan Sorpreso  
Orientadora: Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por Thirza Pavan Sorpreso e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 22/02/08

Assinatura:.....

Orientadora

COMISSÃO JULGADORA:

2008

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca  
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

Sorpreso, Thirza Pavan. So690      Organização de episódios de ensino sobre a “questão nuclear” para o ensino médio : foco no imaginário de licenciandos / Thirza Pavan Sorpreso. – Campinas, SP: [s.n.], 2008.  Orientador : Maria José Pereira Monteiro de Almeida. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.  1. Formação de professores. 2. Física – Ensino secundário. 3. Imaginário. 4. Física nuclear. I. Almeida, Maria José Pereira Monteiro de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.  07-695/BFE
---

**Título em inglês:** Production of teach episodes above “nuclear question” for high school : focus in the future physics teachers imaginary

**Keywords:** Teachers formation ; Physics - Education, Secondary ; Imaginary ; Nuclear Physics.

**Área de concentração:** Ensino, Avaliação e Formação de Professores

**Titulação:** Mestre em Educação

**Banca examinadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria José Pereira Monteiro de Almeida (Orientadora)

Prof. Dr. Pedro da Cunha Pinto  
Prof. Dr. Henrique César da Silva  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisabeth Barolli  
Prof. Dr. João Zanetic

**Data da defesa:** 22/02/2008

**Programa de pós-graduação :** Educação

**e-mail :** [thirza.ps@gmail.com](mailto:thirza.ps@gmail.com)

*Dedico este trabalho ao  
meu pai, Dante Getulio Sorpreso e à  
minha mãe, Vera Lucia Pavan Sorpreso.*

## Agradecimentos

Meu fundamental agradecimento aos licenciandos da disciplina Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado, realizada em 2005, na Faculdade de Educação da Unicamp, sem suas importantes reflexões esse trabalho não teria sido realizado.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Maria José Pereira Monteiro de Almeida, por esta oportunidade e principalmente por ter sido minha professora de ciência e ensino durante a graduação e os anos de orientação.

Agradeço aos meus pais e aos meus irmãos e melhores amigos Samantha Pavan Sorpreso e Nicholai Pavan Sorpreso, por tudo.

Agradeço a Andrés Anibal Rieznik pela paciência e companhia.

Agradeço a todas as amigas que moraram comigo em Barão Geraldo.

Agradeço aos companheiros de gepCE e da Faculdade de Educação e aos colegas de trabalho do Cursinho Machado de Assis, enfim, a todos os meus amigos da Unicamp.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

## Resumo

Neste trabalho procuramos compreender o imaginário de licenciandos em Física a respeito da inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Acompanhamos uma turma de licenciandos em Física cursando a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* durante o primeiro semestre de 2005, no período diurno, na Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. Dentro da temática *Questão Nuclear* os licenciandos prepararam *episódios de ensino* nos quais deveria estar presente uma das seguintes abordagens estudadas pela pesquisa em ensino de ciências: História da Ciência; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Resolução de Problemas e Linguagens no Ensino de Ciências. Tendo como referencial teórico a Análise de Discurso, na vertente iniciada na França por Michel Pêcheux, com apoio principalmente em textos publicados no Brasil por Eni Puccinelli Orlandi, procuramos compreender os sentidos atribuídos pelos licenciandos para a inclusão da Física Nuclear no ensino médio. Para tal analisamos seus discursos escritos e falados nas atividades da disciplina. Pensamos o imaginário dos licenciandos como um dos aspectos condicionados pelas mediações possíveis em sala de aula e também condicionantes das mesmas. Observamos que algumas condições de produção se relacionaram com limites apontados pelos licenciandos para tal inclusão, como: vestibular, local de trabalho do professor, dificuldades dos alunos com a matemática, profundidade em que seria trabalhada a Física Nuclear, dentre outras. Observamos também que algumas condições de produção se relacionaram com possibilidades apontadas pelos licenciandos para tal inclusão, como: o ensino de Física hoje é baseado em memorização de fórmulas matemáticas e muitas vezes inclui apenas a cinemática; a Física Nuclear é um assunto muito presente nos meios de comunicação seu estudo seria uma forma de conectar a Física da escola com a vida do estudante, possibilitando que esse compreenda o mundo em que vive de forma crítica; observa-se um grande desinteresse dos estudantes pela Física e a Física Moderna assim como as abordagens anteriormente referidas auxiliariam na motivação dos alunos; dentre outras. Notamos ainda que o trabalho com as abordagens contribuiu significativamente para que os licenciandos pensassem sobre suas próprias concepções de ciência e educação, e também que a preparação de episódios de ensino desenvolvida paralelamente ao estágio proporcionou importantes reflexões para os futuros professores.

## Abstract

In this dissertation, we are attempting to understand the under-degree physics student's imaginary related to the inclusion of Modern and Contemporary Physics in high school. A class of future Physics teachers was monitored during the discipline Practice of Physics Teaching and Supervised Internship in the first half of 2005, at the Education Faculty of the State University of Campinas. Within the thematic Nuclear issue the students prepared episodes of education with one of the following approaches studied by science teaching research: History of Science; Science, Technology, Society and Environment; Problems Solving and Languages in Science Education. Taking as theoretical reference the Analysis of Speech, initiated in France by Michael Pecheux, with support in texts published in Brazil by Eni Puccinelli Orlandi, we are trying to understand the meanings assigned by future Physics teachers for the inclusion of Nuclear Physics in high school. We analyzed their speeches and writings in disciplines activities. The different ways of using episodes of education in a classroom conditions the future Physics teacher's imaginary, and the other way around. We noticed that some conditions of productions are related with limits highlighted by future Physics teachers: selection process when applying to a university, teacher's workplace, student's difficulties with Math, among others. We also noticed that some conditions of production is related with possibilities pointed by future Physics teachers: Physics teaching is based on mathematical memorization and often includes only Kinematics; Nuclear Physics is very present in the media communication, it's application in school could be a way to connect school physics and students life, allowing critical understanding of the world. Many students don't like school Physics or Modern Physics, and in that manner the approaches previously referred could help the motivation of this students, among others. We noted that the work with the approaches contributed significantly to the future Physics teacher's to think on their on ways of conception of science and education, and also that the preparation of the episodes of education developed simultaneously in the internship provided important reflections on future teachers.

## SUMÁRIO

<b>Agradecimentos</b>	<b>vii</b>
<b>Resumo</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>x</b>
<b>Apresentação</b>	<b>1</b>
<b>a. Objetivo do Trabalho e Questões de Pesquisa</b>	<b>7</b>
<b>1. Formação Inicial de Professores de Ciências</b>	<b>9</b>
<b>2. Referencial Teórico e Metodológico</b>	<b>23</b>
<b>3. Condições de Produção ou Constituição do Dispositivo de Análise</b>	<b>29</b>
<b>a. Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio</b>	<b>30</b>
<b>b. Abordagens da Investigação em Ensino de Ciências</b>	<b>40</b>
i. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	40
ii. História da Ciência	50
iii. Linguagens no Ensino de Ciências	57
iv. Resolução de Problemas	68
<b>c. Disciplina Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado</b>	<b>73</b>
i. A Pesquisadora na Disciplina	84
<b>d. Condições de Produção do Ensino de Física em Escolas do Interior Paulista</b>	<b>85</b>
<b>4. Aspectos do Imaginário dos Licenciandos</b>	<b>95</b>
<b>a. Mário e a Matemática</b>	<b>95</b>
<b>b. Fábio e o cotidiano</b>	<b>105</b>
<b>c. Joaquim e o Social</b>	<b>121</b>
<b>d. Alex e a Rigoriedade</b>	<b>138</b>
<b>Considerações Finais</b>	<b>157</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>165</b>

## Apresentação

Neste trabalho procuramos discutir as possibilidades de renovação do ensino de Física em nível médio. Acreditamos que tal renovação é importante, tanto no que diz respeito aos conteúdos, quanto às formas de trabalho. Dentre as várias possibilidades de renovação deste ensino, apontamos à inclusão da Física Nuclear e algumas das abordagens desenvolvidas pelas áreas de pesquisa em ensino de ciências: História da Ciência; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Linguagens no Ensino de Ciências e Resolução de Problemas. Na introdução deste trabalho discutimos tal necessidade e apontamos possibilidades de mudanças.

Preocupados com tal renovação e considerando o professor como um dos responsáveis por possíveis modificações no ensino, procuramos nos concentrar nos sentidos desta inclusão para estudantes de um curso de formação inicial de professores de Física, durante a realização da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, na qual os licenciandos desenvolveram trabalhos relacionados ao tema *Questão Nuclear* e às referidas abordagens.

Como nos concentramos na formação inicial, procuramos discuti-la a partir de uma revisão bibliográfica em periódicos da área de ensino de ciências, o que é apresentado no capítulo um.

O referencial teórico e metodológico utilizado é discutido no capítulo dois. Utilizando a Análise de Discurso, numa vertente iniciada na França por Michel Pêcheux e com o apoio de textos publicados no Brasil por Eni Puccinelli Orlandi, pensamos o imaginário dos licenciandos como um dos aspectos condicionados pelas mediações possíveis em sala de aula e também condicionantes das mesmas. Sendo assim, procuramos investigar os discursos desses licenciandos, no que se refere à inclusão da Física Nuclear no ensino médio, quando são produzidos em condições específicas.

Tais condições específicas são expostas no capítulo três, no qual apresentamos revisões bibliográficas, realizadas em periódicos sobre o ensino de ciências, sobre a inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e as abordagens de pesquisa a que nos referimos anteriormente. Apresentamos também como condições de produção as observações realizadas pelos licenciandos durante o estágio em escolas da região de Campinas.

As condições de produção expostas também orientaram a construção de um dispositivo da análise que é realizada no capítulo quatro, no qual – tendo o objetivo de evidenciar elementos relacionados ao imaginário de licenciandos em Física com relação à inclusão da Física Nuclear no ensino médio – procuramos responder às seguintes questões: Em quais condições

de produção, os licenciandos consideram que a Física Nuclear deveria ou não ser incluída no ensino médio? Em condições de produção específicas, quais os conteúdos de Física Nuclear os licenciandos consideram que deveriam ser trabalhados no Ensino Médio e de que forma?

Finalizamos este trabalho apresentado algumas considerações finais, em que procuramos retomar as respostas das questões anteriores pensadas nas análises realizadas e em que procuramos também refletir sobre as mesmas relacionando-as a algumas das questões levantadas pela pesquisa em ensino de ciências apontadas nas revisões bibliográficas.

## **Introdução**

É fato que grande número das publicações que se referem ao Ensino de Física em nível médio apontam para a necessidade de mudanças curriculares nessa disciplina, quer se refiram aos conteúdos do ensino propriamente ditos, quer remetam para as maneiras de abordá-los. Os parâmetros curriculares nacionais, publicados no final dos anos noventa, diziam que era preciso discutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania.

Com relação à renovação de conteúdos, uma das possibilidades de modificação no ensino de física em nível médio é a inclusão da Física Moderna e Contemporânea, tema ao qual alguns dos pesquisadores da área de ensino de física têm se dedicado. A partir de uma revisão em trabalhos publicados de 1997 a 2000, Ostermann e Moreira (2000), afirmam que há um consenso entre os pesquisadores de que a Física Moderna e Contemporânea deveria fazer parte das aulas de física no ensino médio, no entanto, afirmam que não há consenso com relação a quais conteúdos introduzir ou de que forma essa introdução poderia ser feita. Os autores apontam que este tema estaria recebendo maior atenção recentemente, mas seriam poucos os trabalhos que apresentam propostas testadas em sala de aula e com resultados de aprendizagem.

Dentre os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea que poderiam ser introduzidos no ensino de física em nível médio, está a física nuclear. Para indicar a importância de seu estudo, apontamos que assuntos relacionados ao tema *Questão Nuclear* são constantemente explorados pelos meios de comunicação. Esse assunto, além de gerar curiosidade e interesse nos alunos, poderia ser trabalhado em sala de aula por se relacionar a temas de extrema relevância social, como é o caso da energia. A produção de energia é ponto chave em nossa sociedade. Dependemos dela para a produção industrial, o movimento dos transportes, ou mesmo manter em funcionamento a maioria das atividades profissionais e domésticas de cada cidadão.

A *Questão Nuclear* muitas vezes está associada a polêmicas sociais, como é o caso da iniciativa do governo brasileiro de construir uma terceira usina nuclear em Angra dos Reis, gerando tanto protestos quanto manifestações de apoio. Outra polêmica associada à *Questão Nuclear* foi a invasão dos exércitos dos Estados Unidos e do Reino Unido no Iraque em 2003, cujo pretexto era procurar armas de destruição em massa, dentre elas armas nucleares que nunca foram encontradas.

A polêmica dessa questão não se restringe ao tema da energia, mas também ao uso de elementos radioativos para diversos fins, um exemplo foi o envenenamento de um espião Russo na Inglaterra com polônio-210. Também podemos lembrar um caso grave de envenenamento, em Goiânia no ano de 1987, no qual muitas pessoas se contaminaram com céσιο-137, a partir de contato com o lixo radioativo abandonado em um ferro velho. Logo após o acidente, houve diversas publicações de pesquisadores da área de ciências. Entre eles Iglesias (1989) afirmou que o acidente teria sido causado por imperícia humana e não por deficiências materiais e Cruz (1987) considerou que uma das causas do acidente seria a desinformação da população.

Além das polêmicas sempre presentes nos meios de comunicação, não podemos esquecer de outras participações da física nuclear em nossa sociedade, como sua importância para aqueles que precisam da medicina nuclear, da radiologia, da radioterapia; a irradiação para a conservação de alimentos; a utilização da datação radioativa na Geologia; ou ainda as contribuições da física nuclear para as ciências naturais, como a química e diversos setores da física.

Dada sua relevância social, podemos considerar que o estudo da física nuclear no ensino médio possibilitaria não só informação aos estudantes, mas também os auxiliaria a “reconhecer a física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico” (Brasil, 1998, p.29) e ainda os capacitaria a “emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes” (idem). É claro que para isso não bastaria apenas a inclusão de novos conteúdos em livros didáticos ou mesmo em sala de aula, mas também seriam necessárias novas formas de trabalhar a física nas escolas.

Com relação às maneiras de abordagem da física em sala de aula, como já afirmamos, não há consenso entre os pesquisadores sobre de que forma a Física Moderna e Contemporânea poderia ser incluída. No entanto, parece haver um consenso de que tanto a física atualmente presente em salas de aula e livros didáticos quanto possíveis novos conteúdos deveriam ser acompanhados, como afirma Teixeira (2003), da “superação das metodologias arcaicas, baseadas apenas no processo de transmissão-recepção de informações veiculadas por aulas predominantemente expositivas”<sup>p.185</sup>, evitando-se a “tendência de se desvincular os conteúdos específicos de cada disciplina das finalidades sociais mais amplas, isto é, de tomar os conteúdos como se eles tivessem valor por si mesmos sem referência à prática social em que

se inserem, ou sem pensar que esses conteúdos específicos não têm relevância na luta política mais ampla.” (Saviani, 1995 apud Teixeira, 2003, p185).

Encontramos diversas pesquisas em ensino de física que procuram refletir sobre abordagens de ensino ou ainda apresentar propostas e testá-las em sala de aula, como é o caso das pesquisas em História da Ciência; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Resolução de Problemas; Linguagens no Ensino de Ciências; dentre outras. Tais pesquisas têm se preocupado com formas de ensino que coloquem o aluno no foco do processo de ensino e aprendizagem, que privilegiem o diálogo ao invés da exposição de conteúdos, que desenvolvam capacidades e atitudes que auxiliem os alunos a tomar iniciativa e serem socialmente ativos. Tais formas de ensino possibilitariam o desenvolvimento e exercício da cidadania ou ainda uma compreensão mais realista e humana da natureza da ciência.

Neste trabalho, concordando com a pesquisa em ensino de ciências e com documentos oficiais, consideramos que a renovação no ensino de física é importante, concordamos ainda com a necessidade de introdução da Física Moderna e Contemporânea, em especial da física nuclear, no ensino médio e acreditamos que essa introdução deveria ser acompanhada da renovação nas formas de trabalho. Parte da responsabilidade por essa renovação no ensino de física é do professor. É claro que, para isso, ele precisaria contar com auxílio e investimento do governo, além de subsídios relativos ao que incluir e como. Consideramos ainda que o professor deve estar e sentir-se apto a trabalhar questões de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, além de concordar com tal inclusão. Para isso, é importante tanto o conhecimento do conteúdo e suas formas de trabalho quanto momentos de reflexão sobre as possibilidades e limites dessa inclusão, aspectos estes que poderiam ser propiciados pelos cursos de formação inicial. Sendo assim, possíveis modificações no ensino implicam em modificações também na formação inicial do professor.

Concordando com a importância da introdução da física nuclear no ensino médio, acompanhada de abordagens que propiciem o desenvolvimento dos alunos e renovações na maneira de enxergar a ciência e afirmando que essas modificações têm implicações para a formação inicial do professor, procuramos neste trabalho investigar o imaginário de licenciandos em física que realizaram a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, no primeiro semestre de 2005, na faculdade de educação da Universidade Estadual de Campinas. No início da disciplina, foi proposto aos licenciandos que trabalhassem com o tema *Questão Nuclear*, com o qual foram realizados seminários e

organizados *episódios de ensino*<sup>1</sup>, inseridos nas seguintes abordagens: História da Ciência; Ciência, Tecnologia e Sociedade; Resolução de Problemas; Linguagens no Ensino de Ciências.

Tendo acompanhado a turma durante todas as atividades do semestre, procuramos aqui analisar as gravações em vídeo realizadas durante as aulas e também registros escritos pelos licenciandos. Procuramos compreender como se posicionam os licenciandos e como produzem discursos, em um contexto no qual a pesquisa em ensino de ciências recomenda a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e apresenta diversos trabalhos relacionados às possíveis formas de abordagem e em que, por outro lado, acompanhavam aulas de física no ensino médio em escolas da região de Campinas, observando a realidade do ensino público brasileiro, que muitas vezes consiste de aulas expositivas e resolução de exercícios, com o principal conteúdo sendo a mecânica clássica, ou apenas a cinemática.

Assim, utilizando a análise de discurso procuramos compreender como os licenciandos produziram seus próprios discursos durante a realização de uma disciplina da licenciatura em física, dadas as condições de produção da pesquisa e do ensino de física e as condições de produção da própria disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*. Restringimo-nos aqui a elementos do imaginário dos licenciandos relacionados à inclusão da física nuclear e suas formas de abordagem no ensino médio.

Procuramos compreender esse imaginário porque consideramos que, além do conteúdo de ensino e das formas de trabalho, ele influencia as mediações em sala de aula e sendo assim, consideramos também que os licenciandos, os professores, os formadores de professores, deveriam ter a oportunidade de refletir sobre o mesmo. As imagens que professores, ou futuros professores, fazem do conteúdo de ensino, do recurso didático no qual esse conteúdo é veiculado, das estratégias de ensino ou dos estudantes, são fatores condicionantes das mediações de ensino possíveis em sala de aula. Assim, admitimos que tanto os futuros professores devem tomar consciência de alguns aspectos do seu imaginário, como os formadores de professores devem trabalhá-los em seus cursos.

---

<sup>1</sup>Quando nos referirmos à disciplina acompanhada pela pesquisadora (*Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*) utilizaremos o termo *episódio de ensino* da forma que foi utilizado durante a própria disciplina, ou seja, um *episódio de ensino* durante a disciplina não foi considerado como uma situação ‘real’ de sala de aula e sim a preparação de uma aula dialógica, que levasse em consideração ou que procurasse prever uma situação real de sala de aula, sem que esta ocorresse efetivamente. Neste caso o termo aparecerá em itálico. Quando o termo se referir a outros trabalhos, como é o caso nas revisões bibliográficas apresentadas a seguir, será considerado como situação ‘real’ desenvolvida com alunos em sala de aula.

***a. Objetivo do Trabalho e Questões de Pesquisa***

O objetivo deste trabalho é evidenciar elementos relacionados ao imaginário de licenciandos em Física com relação à inclusão da física nuclear no ensino médio respondendo às seguintes questões:

1. Em quais condições de produção os licenciandos consideram que a física nuclear deveria ou não ser incluída no ensino médio?
2. Em condições de produção específicas, quais os conteúdos de física nuclear que os licenciandos consideram que deveriam ser trabalhados no ensino médio e de que forma?

## 1. Formação Inicial de Professores de Ciências

Com o objetivo de identificar o que tem sido estudado na pesquisa em ensino de ciências sobre a formação inicial de professores e ainda se tais pesquisas se relacionam com o tema da mudança do currículo do ensino médio, tanto no que diz respeito aos conteúdos quanto às formas de trabalho, realizamos uma revisão bibliográfica nos periódicos: *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Ciência & Ensino* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, publicados nos anos de 2000 a 2006.

Classificamos os artigos revisados em três grupos. O primeiro constituído de pesquisas que apresentam propostas de trabalho desenvolvidas e analisadas durante cursos de formação inicial de professores de ciências (Pietrocola et al., 2003; Harres, 2001). O segundo constituído de pesquisas que abordam a relação entre cursos de formação inicial de professores de ciências e a prática de professores em sala de aula (Bejanaro e Carvalho, 2003; Ostermann e Moreira, 2001; Ferreira e Villani, 2002; Camargo e Nardi, 2003; Rosa et al., 2003). O terceiro constituído de artigos que refletem sobre a formação inicial de professores de ciências e apresentam propostas ou recomendações para estes cursos (Pórlan, 2003; Zimmerman e Bertani, 2003; Marandino, 2003; Mion e Angotti, 2005; Carvalho, 2001; Galiazzi e Moraes, 2005; Loguercio e Pino, 2003; Almeida, 2000).

Iniciamos os artigos que apresentam propostas de trabalho desenvolvidas e analisadas durante cursos de formação inicial de professores de ciências com o de Pietrocola et al. (2003). Os autores, preocupados com a questão da interdisciplinaridade como forma de promover um ensino que propicie o desenvolvimento da cidadania e mais relacionado à realidade extra-escolar, criticam os currículos e a formação docente ancorados em paradigmas disciplinares.

Eles analisam a aplicação de uma metodologia de ensino interdisciplinar, desenvolvida por Gerard Fourez, em uma disciplina do curso de licenciatura em física. Avaliam a possibilidade de criar um espaço para reflexão sobre a interdisciplinaridade num contexto de formação disciplinar, além de analisarem a potencialidade de implementação de práticas interdisciplinares no ensino médio. Os autores procuram identificar aspectos da prática docente relacionados ao ensino tradicional que se originariam a partir de uma formação disciplinar de professores.

De acordo com os resultados, os autores concluem que a atividade proposta não teria seguido fielmente as etapas propostas por Fourez, pois os estudantes introduziram uma divisão de trabalhos por equipes disciplinares. Os alunos teriam apresentado uma tendência de privilegiar as atividades objetivas e práticas em detrimento das atividades subjetivas e retóricas, o que de acordo com os autores, teria sido ocasionado pela formação disciplinar que teriam recebido durante a graduação. Por outro lado os autores observaram que não foi criada uma equipe da disciplina de física, o que teria ocorrido porque os estudantes sentiriam necessidade de uma discussão mais ampla para o problema, dando às atividades um caráter multidisciplinar, ou porque consideravam que já tinham domínio necessário nesse campo.

Outro artigo que apresenta propostas de trabalho desenvolvidas e analisadas durante cursos de formação inicial de professores de ciências é de Harres (2001). Preocupado com a questão dos conhecimentos prévios, desenvolve uma pesquisa com professores de ciências e matemática, envolvidos em processo de formação inicial e continuada. A partir da estruturação de uma atividade com o tema *Forma da Terra* o autor procurou provocar a explicitação dos conhecimentos didáticos prévios dos professores para investigar como suas concepções de aprendizagem limitariam estratégias didáticas voltadas para a evolução conceitual dos estudantes.

A atividade desenvolvida, com enfoque construtivista, consistia de apresentação de uma situação didática considerada pelo autor como dilema, a partir daí os professores respondiam questões que eram analisadas qualitativamente e quantitativamente e suas posturas eram categorizadas, com relação à aprendizagem, como construtivistas ou empiristas.

O autor afirma que os resultados obtidos dariam suporte à sua hipótese de que professores com concepções construtivistas tenderiam a usar, ou defender o uso, de estratégias de evolução conceitual mais efetivas. Harres (2001) afirma que deveriam ser superadas posturas absolutistas no âmbito da investigação do conhecimento profissional e na estruturação das atividades de formação inicial e continuada dos professores, de forma que os mesmos não fossem classificados, por exemplo, como bons ou maus, tradicionais ou construtivistas, aqueles que valem e aqueles que não valem, já que estariam em diferentes estágios de evolução com relação aos seus conhecimentos profissionais.

Um dos artigos que abordam a relação entre cursos de formação inicial de professores de ciências e a prática de professores em salas de aula é o de Bejarano e Carvalho (2003). Os autores, preocupados com a formação de professores de física, desenvolveram uma pesquisa

qualitativa, em que acompanham a trajetória de uma professora de ciências de ensino fundamental que estava concluindo o curso de formação inicial de professores de física.

Nesse trabalho, Bejanaro e Carvalho (2003) procuram identificar as crenças educacionais da professora, os conflitos que emergem em decorrência dessas crenças e as estratégias que a licencianda utiliza para resolvê-los. Procuram ainda compreender a influência do curso de formação inicial na solução de tais conflitos.

De acordo com o artigo, professores que observam sua prática tendo como base suas crenças pessoais, originadas em sua vida escolar através da observação enquanto alunos, poderiam desenvolver conflitos que se originam de diferentes fontes e se relacionam à dicotomia teoria/prática. O desenvolvimento de tais conflitos poderia ser favorecido por contextos específicos que afrontassem as crenças do professor. Tais crenças também teriam influências no comportamento do professor em sala de aula.

Observaram que houve um maior envolvimento da licencianda com o curso de formação inicial, quando os problemas que ela encontrou na escola em que estagiava tinham relação com o que estava sendo discutido na disciplina de prática de ensino. Observaram mudanças de crenças da licencianda no que dizem respeito a aspectos como avaliação e domínio de conteúdo. Os autores acreditam que a discussão de problemas que surgem na prática do professor novato durante os cursos de formação inicial é uma ajuda bastante positiva para o futuro professor.

Outro artigo que aborda a relação entre cursos de formação inicial de professores de ciências e a prática de professores em salas de aula é de Ostermann e Moreira (2001), que abordam a questão da inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Os autores contemplam aspectos da formação inicial de professores de física e da relação entre o curso de formação inicial e a sala de aula, através do estágio supervisionado, durante a implementação de um curso sobre *Partículas Elementares e Supercondutividade* no ensino médio.

Durante a pesquisa, os autores avaliaram a experiência na perspectiva dos futuros professores através de observação de seus períodos de regência, relatórios finais por eles elaborados e entrevistas gravadas feitas pela professora de prática de ensino.

De acordo com Ostermann e Moreira (2001), os licenciandos consideraram necessária a introdução de tópicos mais atuais nos currículos do ensino médio, apesar de apontarem o exame vestibular como um obstáculo para essa modificação. Os licenciandos afirmaram encontrar, durante o estágio nas escolas, dificuldades relacionadas à indisciplina, falta de pré-

requisito dos estudantes e sua própria insegurança em relação ao domínio de conteúdo. Afirmaram ainda, que a proposta desenvolvida na disciplina teria ajudado a despertar nos estudantes um interesse maior pela física e ainda manifestaram intenção de incorporar tópicos atuais em suas aulas. De acordo com os licenciandos, o tempo de estágio seria curto para o aprendizado de um tópico contemporâneo, no entanto afirmaram que foi uma experiência positiva a participação na elaboração dos textos que seriam trabalhados com os alunos, pois teria colaborado para um melhor entendimento dos tópicos em questão.

Ferreira e Villani (2002), preocupados com questões como: segurança do professor em sala de aula; dificuldade do aprendizado dos alunos em aulas baseadas em fórmulas e resolução de exercícios; envolvimento dos alunos com a física e diferença entre linguagem comum e a linguagem da física, dentre outras, analisam um curso para futuros professores desenvolvido com o tema *Relatividade*, procurando focar as mudanças cognitivas, subjetivas e ainda de perspectivas e atitudes de uma professora a partir da reflexão da mesma sobre suas atividades didáticas. Durante o curso, a professora acompanhada trabalhou com um grupo de futuros professores que tiveram experiências traumáticas com a física na licenciatura. Os objetivos da professora eram: tornar a física mais acessível aos futuros professores; fazer com que perdessem o medo da física e fomentar o desejo de que eles enfrentassem algo novo, fora do programa.

Os autores observam que a aprendizagem dos alunos – futuros professores – não pareceu satisfatória com relação ao domínio da *Teoria da Relatividade*, mas consideraram que o curso proporcionou aos alunos uma evolução cognitiva e subjetiva e ainda proporcionou novas experiências com relação: ao contato com materiais instrucionais diferenciados, ao trato metodológico e às escolhas realizadas em benefício do grupo. Observam ainda que antes do curso nenhum dos alunos lecionava física e após o curso seis alunos passaram a lecionar. Apontam para a importância da professora refletir sobre sua prática buscando encontrar soluções para seus problemas na sala de aula, recomendam que o autoconhecimento do professor seja parte dessa reflexão, inclusive durante a formação e afirmam que as motivações inconscientes do professor não podem ser separadas de sua atuação em sala de aula e do domínio do conteúdo.

Rosa et al. (2003) desenvolveram uma pesquisa sob a perspectiva da investigação-ação junto a um curso de licenciatura com o objetivo de que os futuros professores planejassem, refletissem e interpretassem sua prática. Para isso o grupo de pesquisa elaborou crônicas sobre os episódios de ensino ocorridos na própria disciplina procurando estabelecer uma

comunicação com os licenciandos com relação a elementos que caracterizassem a prática de um professor. As crônicas, de acordo com os autores, seriam um relato tocante dos eventos principais da disciplina e foram produzidas com o objetivo de auxiliar os licenciandos nos seus planejamentos, na elaboração de seus próprios relatórios e em suas reflexões sobre ser professor. Os autores observaram que inicialmente os alunos não se manifestaram durante as aulas com relação à apresentação e leitura das crônicas. Observaram ainda que as crônicas ajudaram os licenciandos na elaboração de seus diários individuais e coletivos, no que diz respeito à reflexão, mas não houve referência dos licenciandos ao auxílio das crônicas no planejamento didático. Observaram ainda que as crônicas encontraram outros significados de importância para a prática docente dos licenciandos, atingiram, por exemplo, a necessidade deles se comunicarem com outros grupos, conhecerem as experiências dos outros e serem objeto de ação das professoras, aspectos que contribuiriam para a integração do grupo.

Camargo e Nardi (2003) procuram analisar o impacto da disciplina de prática de ensino de física e estágio supervisionado em um grupo de licenciandos. O estágio foi realizado em escola pública e os licenciandos prepararam e desenvolveram um curso denominado *O Outro Lado da Física*, no qual se faziam presentes conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, gravaram as aulas ministradas e produziram relatórios de estágio. Através de gravações em vídeo das aulas ministradas, os licenciandos puderam refletir sobre sua prática.

Os autores analisaram fragmentos de um dos relatórios de estágio de um licenciando que trabalhou o conteúdo de mecânica, procurando mostrar ideologias implícitas em suas atitudes pedagógicas e observaram que seus discursos se aproximavam do discurso autoritário e apresentavam indícios de discurso polêmico. Além da relação entre o discurso do aluno e os referenciais teóricos utilizados pelo professor, os autores procuraram verificar: a presença de marcas relacionadas às concepções alternativas, a presença de questões relacionadas à história e filosofia da ciência nas atividades desenvolvidas, discussões sobre relações CTS e a adoção de abordagem dialógica em detrimento de uma abordagem tradicional.

A partir dos resultados, os autores identificaram a ocorrência de referenciais teóricos utilizados pelo professor da disciplina nos discursos dos licenciandos. Eles ainda observaram a persistência de um distanciamento entre a teoria e a prática pedagógica do licenciando

Iniciando os artigos que buscam reflexões sobre a formação inicial de professores de ciências e apresentam propostas ou recomendações para estes cursos, temos o de Porlán (2003). O autor apresenta um projeto de formação de professores em contexto construtivista que busca gerar um conhecimento mais rigoroso sobre o saber profissional dos professores e

dos modelos formativos que favorecem sua evolução.

O autor afirma que reformas, muitas vezes, são insuficientes para promover modificações na qualidade do ensino já que tradições escolares apresentariam resistências a mudanças e às propostas de inovação. De acordo com Porlán (2003), seria preocupante quando o professor não é considerado e não se considera ativo, criativo e responsável nos projetos de reformas e sim como aquele que simplesmente aplica as mudanças em sala de aula.

O autor afirma ainda que o ensino tradicional não estaria contribuindo para uma aprendizagem significativa e relevante e em contrapartida os professores seriam impermeáveis às pesquisas em ensino devido a suas concepções serem coerentes com seu contexto de trabalho e com o ensino tradicional. Afirma também que os cursos de formação não promoveriam a integração entre conhecimentos prático e teórico. Para Porlán (2003) a mudança dos professores seria uma das variáveis determinantes na mudança da qualidade do ensino, sendo que esta mudança dependeria não apenas do professor, mas também de suas condições de trabalho.

O autor afirma que muitas das concepções dos professores sobre seu trabalho seriam geradas quando este ainda é aluno e a formação inicial não provocaria a ruptura necessária com os conhecimentos de senso comum, principalmente porque não contextualizaria os conhecimentos trabalhados. De acordo com o artigo, os cursos de formação deveriam promover a reconstrução crítica da conduta docente tradicional e do saber implícito que a sustenta, submetendo-os a um contraste significativo e funcional com conhecimentos e experiências mais coerentes com os resultados da investigação educativa, possibilitando o surgimento de modelos de ensino e aprendizagem mais conscientes, complexos e evoluídos que fossem também capazes de sustentar uma prática inovadora e realmente profissionalizada.

Com relação à proposta, sua primeira unidade centra-se nas idéias dos estudantes. A segunda unidade centra-se na formulação de conteúdos e é norteada por questões como “para que ensinar tais conteúdos?”, “quais fontes utilizar?”, “como devem ser formulados?”. A terceira unidade centra-se na metodologia de trabalho e é norteada por questões como “o que é uma atividade de ensino-aprendizagem?”, “o que caracteriza uma seqüência de atividades?”, “como gerir e regular a dinâmica da aula?”. Assim, a seleção de conteúdos e a forma de trabalho em sala de aula seriam pensadas pelo professor durante esse projeto de formação.

Outro artigo que busca a reflexão sobre a formação inicial de professores de ciências e apresenta proposta ou recomendações para estes cursos é o de Zimmermann e Bertani (2003). As autoras procuram refletir, baseadas em alguns conceitos de Bachelard e Lakatos, sobre os

objetivos da formação inicial de professores de ciências e matemática e sobre que tipo de formação se quer e se precisa. Ainda apresentam um programa de formação docente de cunho reflexivo.

Com relação aos atuais cursos de formação, as autoras criticam a maneira como são organizados e a ênfase dada às disciplinas de conteúdos específicos. Apontam problemas relacionados à formação inicial, entre eles: a desarticulação entre realidade prática e conteúdos acadêmicos e a separação entre as disciplinas específicas e as pedagógicas e didáticas. Questionam ainda, se a disciplina de prática de ensino desenvolveria experiências apropriadas para que os futuros professores fossem capazes de refletir a partir de sólido embasamento teórico, construindo e reconstruindo sua prática.

Para as autoras, a disciplina de prática de ensino deveria ser integradora, promovendo a relação entre teoria e prática, articulando disciplinas didático-pedagógicas com as específicas e objetivando o aprendizado do futuro professor para ensinar fundamentado na reflexão, possibilitando a construção de uma atividade docente crítica.

Com relação ao conteúdo e formas de trabalho, as autoras afirmam que é impossível separá-los da estrutura da disciplina a que pertencem, da pedagogia necessária ou da psicologia da aprendizagem e que é o professor o responsável pela construção e reconstrução de sua prática.

Ainda tratando de reflexões sobre a formação inicial de professores de ciências e apresentação de propostas ou recomendações para estes cursos, temos o artigo de Marandino (2003). A autora procura indicar, a partir de revisão bibliográfica em pesquisas sobre o ensino de ciências, elementos presentes na reflexão sobre a prática de ensino e em seguida procura: contextualizar tais elementos frente à legislação; analisa tendências presentes na área da pesquisa em ensino de ciências que possuam implicações para a formação de professores e, por fim, procura apresentar elementos que considera fundamentais para o trabalho nas disciplinas de prática de ensino das ciências naturais.

A autora aponta que há um distanciamento entre a prática em sala de aula e a formação de professores, no entanto novas perspectivas estariam sendo desenvolvidas nas disciplinas de prática de ensino procurando superar os problemas vivenciados na escola.

Com relação aos documentos oficiais, Marandino (2003) afirma que, além de indicarem que é fundamental o domínio dos conteúdos e competências pedagógicas por parte do professor, apontariam também uma tendência de que os cursos de formação deveriam contemplar a reflexão do professor sobre sua prática, no que diz respeito à construção do

currículo, à interação professor-aluno, às metodologias de ensino e às concepções de ensino-aprendizagem e de educação em ciências e deveriam ainda possibilitar a compreensão do professor sobre o papel social da escola.

Com relação à pesquisa em ensino de ciências, a autora afirma que se acumulam resultados na área, no entanto, muitas vezes, estes não chegam à sala de aula. Também aponta que perspectivas vêm sendo construídas nas investigações no campo da educação científica, a partir de críticas e da maturação de referenciais teóricos ou a partir da proposição de outros referenciais. A autora aponta algumas tendências pedagógicas na pesquisa em ensino de ciências: aquelas que incorporam filosofia da ciência e história da ciência; linhas de abordagem cognitivista; aquelas que procuram aproximar a ciência dos problemas sociais e ambientais como ciência, tecnologia e sociedade e aquelas que consideram a escola um fator de transformação social.

A autora afirma ainda que a formação do professor de ciências deve contemplar as dimensões política, pedagógica e científica. Discute também as pesquisas sobre concepções espontâneas e mudança conceitual, a experimentação no ensino de ciências, a importância da divulgação científica e dos espaços não formais de educação em ciências e a necessidade de articulação entre a pesquisa em educação e a pesquisa em ensino de ciências.

Ainda tratando de reflexões sobre os cursos de formação inicial com propostas e recomendações, Mion e Angotti (2005) procuram estabelecer bases epistemológicas para o fazer educativo, comparando programas de investigação científica baseados em teorias de Lakatos e programas de investigação-ação educacionais crítico-ativos.

De acordo com os autores, a educação deveria ser um processo realizado em equipe, havendo momentos de colaboração e diálogo e momentos posteriores individuais de criação e recriação de aprendizagem. Acreditam que quando o professor compreende suas próprias ações pode também compreender sua realidade, sendo que esta compreensão depende da interpretação de seu próprio trabalho e de sua experiência.

De acordo com o artigo, a compreensão do professor com relação à própria prática seria informação ideologizada, no sentido de que não seria um dado puro e sim concepção em concordância com o comprometimento do professor com o que ele acredita ser educação, produção de conhecimento, sociedade e cidadania.

Ainda na linha de trabalhos que refletem sobre a formação inicial de professores de ciências e apresentam propostas ou recomendações para estes cursos, Carvalho (2001) discute

relações entre conteúdo a ser ensinado, quantidade de aulas e formação de professores, tendo em vista o impacto das novas legislações educacionais brasileiras para essa formação.

De acordo com a autora, documentos oficiais, como os parâmetros curriculares nacionais, muitas vezes exigiriam dos professores, que ensinassem conteúdos no ensino médio que eles mesmos não teriam estudado. Afirma que trabalhos sobre a formação de professores mostrariam que há carência do professor no domínio dos saberes conceituais da disciplina a ser ensinada, fazendo com que ele se torne um transmissor mecânico de conteúdos dos livros didáticos.

O artigo ainda aponta que muitas das crenças do licenciando com relação ao trabalho pedagógico se originariam no ensino médio através de aprendizagem pela observação na condição de aluno, gerando conflitos no momento do estágio e tornando-se obstáculos para uma mudança didática.

Para Carvalho (2001) a formação do professor deveria priorizar:

1. Sólida formação teórica;
2. Unidade teoria e prática, sendo que tal relação diz respeito a como se dá a produção de conhecimento na dinâmica curricular do curso;
3. Compromisso social e a democratização da escola;
4. Trabalho coletivo;
5. Articulação entre a Formação Inicial e Continuada. p116

Ainda tratando de reflexões sobre a formação inicial de professores e apresentação de propostas ou recomendações para tais cursos, Galiuzzi e Moraes (2002) defendem a formação de professores através da educação pela pesquisa, apresentando seus princípios fundamentais e sugestões para implementação. De acordo com os autores, formando-se o professor através da educação pela pesquisa, ele poderia adquirir base formal e política, assim como superaria limitações dos cursos de formação.

Os autores apontam, a separação entre conteúdos disciplinares específicos e conteúdos pedagógicos, como um problema a ser superado na formação do professor. Também consideram que, através da formação pela pesquisa, o professor se tornaria autor da reconstrução de seus conhecimentos relacionados ao ensino, currículo, conteúdos e avaliação. De acordo com Galiuzzi e Moraes (2002), o professor que promove mudanças práticas na sala de aula possibilitaria mudanças para além dela. Sendo assim eles consideram que as aulas de ciências não deveriam ser simples cópias e o professor deveria ser também um pesquisador de sua prática. No caso da formação inicial, afirmam que o licenciando quando é também pesquisador adquire competências de crítica e argumentação.

Ainda com relação a reflexões sobre o curso de formação inicial, Loguercio e Pino (2003) problematizam aspectos da vida docente através de um referencial de estudos culturais, procurando evidenciar os diferentes discursos que formam a identidade docente e as dificuldades enfrentadas pelos professores iniciantes na chegada à escola.

De acordo com os autores, a escola é um espaço de cultura e significantes específicos e os discursos circulantes na mesma manteriam a cultura vigente. Afirmam que dentro da escola haveria relações de poder que autorizariam alguns e desautorizariam outros. Consideram que, mesmo com a existência de contradiscursos e resistência nas escolas ocorreria ainda uma reprodução dos professores padrão porque aspectos como estrutura física e administrativa da escola permaneceriam inalterados.

Para os autores, o discurso escolar reproduziria concepções de professores não produtores de saber e sim transmissores ou técnicos instrumentados pelas instituições formativas para perpetuarem alguns conhecimentos selecionados na cultura “cultura”. Afirmam que o próprio professor se enxergaria desta forma e a mídia fortaleceria esta visão. Afirmam ainda que a cultura escolar é capaz de desestabilizar os conhecimentos do professor iniciante, destruindo suas ilusões e fazendo com que o discurso escolar resista ao contradiscurso universitário.

Ainda sobre trabalhos que tratam de reflexões relacionadas à formação inicial de professores, temos o de Laburú et al. (2003). Partindo da epistemologia de Feyerabend, os autores defendem uma abordagem metodológica pluralista para o ensino de ciências, sustentados pela idéia de que o processo de ensino e aprendizagem seria complexo, mutável e envolveria diversos saberes, não podendo assim ficar restrito a uma única abordagem.

Para os autores, a sala de aula seria composta de diferentes tipos de indivíduos e suas diferentes preferências, habilidades, costumes e vivências, e sendo assim uma única estratégia didática para o ensino não daria conta das necessidades da maioria dos alunos.

Os autores criticam o ensino baseado na transmissão de informação e unicidade de estratégias. Tal ensino não seria suficiente para assegurar que os estudantes aprendessem os conceitos científicos. Consideram que uma formação que não leva em conta a pluralidade de metodologias seria improdutiva para uma prática profissional criativa, seria limitante e bloquearia a reflexão crítica e a imaginação. Afirmam ainda que a adoção de uma única estratégia como verdadeira, sem um olhar crítico sobre a mesma e sem a utilização, busca e curiosidade sobre outras, refugiar-se-ia na tecnicidade ou muitas vezes procuraria educar a atenção e a memória, como é o caso do ensino transmissivista. O professor deveria então examinar, arriscar e experimentar outras propostas. Um tipo de ensino com diversas

abordagens estimularia a liberdade intelectual e a mobilidade mental dos alunos, buscando mentes criativas e participativas.

Os autores ainda advertem que a falta de reflexão faz com que os professores tornem-se agentes de outros, como o Estado, os meios de comunicação, os peritos e os burocratas. Afirmam que a formação de professores deveria favorecer uma mentalidade de mudança didática permanente, possibilitando que se alterem conceitos intuitivos, adquiridos pela tradição e pelo hábito. Afirmam ainda, que a formação deveria proporcionar o questionamento daquilo que parece natural, provocando a exploração de possibilidades para a inovação didática.

Finalizando os trabalhos que apresentam reflexões sobre a formação inicial de professores, Almeida (2000) analisa as expectativas presentes em recursos didáticos e textos da pesquisa em educação em ciências, associados a diferentes tendências pedagógicas, que influenciariam as representações que os professores têm de si mesmos. A autora aponta para a necessidade da reflexão do professor com relação a tais representações para atingir autonomia na organização e execução de seu projeto pedagógico.

De acordo com Almeida (2000), além de fatores de outras naturezas, como sócio-econômicos, por exemplo, as representações do professor poderiam agir como limitantes nas possibilidades de ações inovadoras, no entanto poderiam também auxiliá-lo a enfrentar situações vividas dentro e fora de sala de aula.

Com relação aos conteúdos e formas de abordagem, a autora afirma que, ao longo dos anos a produção de recursos didáticos e a investigação em ensino de ciências, têm enfatizado diversas formas de abordagem, atividades a serem desenvolvidas, formas de avaliação e conteúdos, porém seria importante que o professor tivesse autonomia para refletir e decidir o que trabalhar, como organizar esse trabalho e como avaliá-lo.

A partir desta revisão bibliográfica, observamos que muitos dos artigos apresentam reflexões sobre os cursos de formação de professores e que entre estes a maioria não privilegia estratégias de ensino específicas, pelo contrário, procuram deixar a cargo do professor a construção de sua prática, tanto no que diz respeito aos conteúdos quanto a suas formas de abordagem.

Observamos também que muitos destes trabalhos criticam o ensino que chamam de tradicional. De acordo com alguns autores, o ensino tradicional seria transmissivista e privilegiaria uma visão de professor não produtor do saber e sim reproduzidor mecânico de livros didáticos. Alguns dos autores afirmam que esse ensino se reproduziria ao longo dos

anos devido a fatores como dificuldades dos professores e deficiência dos cursos de formação. Os cursos não conseguiriam fazer com que os professores rompessem com concepções, idéias, crenças geradas enquanto ainda eram alunos e representações geradas a partir de recursos didáticos e textos da pesquisa em educação sobre o que se espera do professor. De acordo com os autores, essa reprodução se agravaria, considerando que mesmo havendo incentivos e recomendações dos cursos de formação inicial, pesquisas em ensino ou documentos oficiais para a renovação do ensino praticado usualmente em sala de aula, aspectos como condições de trabalho, estrutura física e administrativa das escolas ou ainda a existência de contradiscursos, culturas ou tradições escolares contribuiriam para a reprodução desse ensino denominado tradicional.

Alguns dos trabalhos também consideram que a renovação do ensino dependeria em grande parte do professor e, sendo assim, os cursos de formação inicial deveriam propiciar o desenvolvimento da criatividade e reflexão do mesmo. Ainda consideram que a concepção do que é ser professor deveria estar mais próxima de alguém ativo, responsável e autônomo.

Dentre os trabalhos revisados encontramos também aqueles que criticam os cursos de formação inicial no que diz respeito à: desvinculação entre matérias específicas e pedagógicas; desarticulação entre a realidade prática e conteúdos acadêmicos; não colaboração entre escola e universidade e falta da contemplação da dimensão política nesses cursos.

Com o objetivo de situar como a pesquisa aqui apresentada se insere no contexto da pesquisa sobre a formação inicial de professores de ciências, apresentada pela revisão acima, observamos que neste trabalho foi investigada uma turma de licenciandos em física durante a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, que, de forma condizente com algumas dessas pesquisas, procurou não privilegiar uma estratégia única de ensino para a elaboração de *episódios de ensino* com o tema *Questão Nuclear* e a partir daí investigamos aspectos do imaginário de tais licenciandos, considerando este como condicionante de sua prática futura em sala de aula e submetido a condições de produção específicas. Ou seja, pensamos a formação inicial desses futuros professores dentro de suas condições de produção.

Investigamos aspectos do imaginário desses licenciandos utilizando a Análise de Discurso, considerando as condições de produção da disciplina em questão, considerando as condições de produção do ensino público brasileiro, a partir da observação realizada por esses licenciandos durante o estágio e considerando que o conteúdo trabalhado e as estratégias de

trabalho não podem ser dissociados, ou seja, o que se aprende e o que se ensina dependem não apenas de conteúdo ou forma, mas de ambos em conjunto.

O referencial teórico e metodológico utilizado nos obriga a considerar aspectos do imaginário do futuro professor com relação à renovação no ensino de física em nível médio, em condições de produção específicas, conforme explicitaremos no capítulo seguinte.

## 2. Referencial Teórico e Metodológico

Neste trabalho utilizamos como referencial teórico e metodológico a Análise de Discurso (AD), como foi desenvolvida na França por Michel Pêcheux e no Brasil por Eni Puccinelli Orlandi. Utilizando tal referencial, estamos assumindo que a linguagem não é transparente. Essa não transparência “se manifesta pela consideração do equívoco, como constitutivo da linguagem. Ou seja, a ambigüidade, a não unicidade do sentido, a possibilidade de interpretação são inerentes à linguagem” (ALMEIDA, 2004, p.36).

Assumir aqui que a linguagem não é transparente é o mesmo que considerá-la não como sistema abstrato, sistema de regras formais prontas, utilizado apenas para a transmissão de informação, mas tratá-la como produto do trabalho dos homens em um processo de interação social e, portanto histórico.

Assim, utilizando a Análise de Discurso estamos assumindo que os sentidos não estão nas palavras, os sentidos das palavras não são únicos ou estáticos, mas são atribuídos às palavras no processo de produção do discurso. Para a AD, as palavras enunciadas num discurso não têm sentido único. Os sentidos das palavras são produzidos na produção do discurso num processo de mediação social.

Ao assumir a não transparência da linguagem, ao considerar que a linguagem é produto do trabalho dos homens em processo de interação social, reconhecemos o discurso não como algo que teria uma função, mas como algo colocado a funcionar. Nosso objeto de trabalho, o discurso, é então palavra em movimento; prática de linguagem; não apenas estrutura, mas acontecimento.

Nesta pesquisa, quando nos propomos a trabalhar com o discurso de licenciandos em Física, não procuramos apenas compreender o que dizem, procuramos compreender também o funcionamento dos discursos que produzem. Utilizando a AD, importa-nos compreender não apenas o que o discurso enunciado pelos licenciandos significa, mas como ele se constitui. Ao procurar compreender essa produção somos levados a considerar a sua exterioridade, em quais condições tais discursos se constituem, ou seja, como as condições de produção do discurso interferem na constituição dos sentidos. Compreender o discurso como algo posto a funcionar implica em compreender as condições de produção desse discurso. De acordo com Orlandi (2005), as condições de produção:

[...] compreendem fundamentalmente os sujeitos e a situação. Também a memória faz parte da produção do discurso. A maneira como a memória ‘aciona’, faz valer, as

condições de produção é fundamental [...]. Podemos considerar as condições de produção em sentido estrito e temos as circunstâncias da enunciação: é o contexto imediato. E, se as considerarmos em sentido amplo, as condições de produção incluem o contexto sócio-histórico, ideológico. p30

Ao considerar as condições de produção imediatas, consideramos então a situação em que os discursos estão sendo produzidos. Com isso queremos dizer que o sentido das palavras enunciadas por um licenciando no momento em que está, por exemplo, fazendo a apresentação de um seminário com o tema *Questão Nuclear*, na disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, pode ser diferente dos sentidos das palavras enunciadas pelo mesmo licenciando sobre a *Questão Nuclear* em uma sala de aula do Ensino Médio ou mesmo em uma disciplina específica de Física Nuclear do curso de graduação.

Ao considerar as condições de produção em sentido mais amplo estamos considerando as relações de um discurso, sendo produzido num determinado momento, com outros discursos que já foram produzidos antes e que têm por sua vez suas próprias condições de produção. Estamos tratando da memória de outros discursos, ou como se denomina na AD, estamos tratando do interdiscurso. Para que as palavras façam sentido elas devem já ter feito sentido anteriormente, o já ouvido, o já dito se encontra na base do que está sendo dito agora. De acordo com Orlandi (2005), o interdiscurso:

[...] é definido como aquilo que fala antes, em outro lugar, independentemente. Ou seja, é o que chamamos de memória discursiva: o saber discursivo que torna possível todo o dizer e que retorna sob a forma do pré-construído, o já-dito que está na base do dizível, sustentando cada tomada da palavra. O interdiscurso disponibiliza dizeres que afetam o modo como o sujeito significa em uma situação discursiva dada. p 31

As palavras ditas pelos licenciandos carregam em si sentidos pré-construídos sócio-historicamente, trazidos através do interdiscurso ou memória discursiva – a memória de outros discursos. Assim, o interdiscurso é a memória discursiva que torna possível a retomada de um dizer anterior, que sustenta as palavras tomadas no momento de enunciação atual.

As palavras de Pêcheux (1969), a seguir, sintetizam parte do que foi escrito até aqui:

Assim, tal discurso remete a tal outro, frente ao qual é uma resposta direta ou indireta, ou do qual ele ‘orquestra’ os termos principais ou anula os argumentos. Em outros termos, o processo discursivo não tem, de direito, início: o discurso se conjuga sempre sobre um discurso prévio, ao qual ele atribui o papel de matéria-prima, e o orador sabe que quando *evoca* tal acontecimento, que já foi objeto do discurso, ressuscita no espírito dos ouvintes o discurso no qual este acontecimento era alegado, com as ‘deformações’ que a situação presente introduz e da qual pode tirar partido. p 77

A maneira como os indivíduos sociais envolvidos no processo discursivo retomam e transformam discursos anteriores está relacionada a como esses indivíduos constituem-se em sujeitos dos discursos, posicionando-se.

Os indivíduos envolvidos no processo discursivo ocupam lugares sociais concretos, para exemplificar podemos dizer que nesta pesquisa temos indivíduos que ‘socialmente’ ocupam o lugar de estudante, temos indivíduos que ‘socialmente’ ocupam o lugar de professor. No interior do processo discursivo estes lugares estão ‘representados’, mas transformados, de forma que o que funciona no processo discursivo não são os lugares sociais concretos dos indivíduos, mas esses lugares transformados, ou seja, as imagens que estes indivíduos atribuem cada um a si e ao outro.

O que funciona no processo discursivo não é o lugar social dos sujeitos, mas as *formações imaginárias*. O que está em jogo no processo discursivo é *um mecanismo que transforma a situação em sua representação*, um mecanismo que transforma o lugar social, para a posição discursiva. Assim em uma interação discursiva entre o professor e o licenciando, por exemplo, o que interessa ao analista é a posição discursiva em que o sujeito se coloca, o que interessa é a imagem que ao se posicionar o licenciando atribui ao licenciando, a imagem que atribui ao professor, a imagem que atribui ao estudante do Ensino Médio, neste caso. Ou seja, no interior do processo discursivo o licenciando pode se posicionar como licenciando, como professor, como estudante do Ensino Médio, mas quando ele se posiciona não é realmente o lugar social concreto que ele está ocupando, mas a posição discursiva que implica em uma imagem que ele atribui a esse lugar social, é esse lugar social transformado em posição discursiva através de seu imaginário.

No interior do processo discursivo o licenciando pode ainda atribuir ao seu interlocutor diversas posições, que também não são tais quais os lugares sociais em si, mas estes transformados através do imaginário. Dessa forma todo o processo discursivo supõe a existência de formações imaginárias.

Esses posicionamentos dos indivíduos, então sujeitos dos discursos (tendo se posicionado), intervêm também como condição de produção do discurso.

Além de se posicionarem transformando o lugar social concreto, os sujeitos atribuem imagens ao referente, ou seja, também o objeto do discurso tem seu lugar concreto transformado pelos sujeitos. Em consequência, no interior do processo discursivo, os objetos são imaginários.

Sintetizando, podemos afirmar que no interior do processo discursivo não trabalhamos com lugares concretos e objetos concretos, mas com estes transformados (representações imaginárias) por indivíduos que, ao se posicionarem, tornam-se sujeitos dos discursos. Sobre isso Orlandi (2005) afirma:

Assim não são os sujeitos físicos nem os seus lugares empíricos como tais, isto é, como estão inscritos na sociedade, e que poderiam ser sociologicamente descritos, que funcionam no discurso, mas suas imagens que resultam de projeções. São essas projeções que permitem passar das situações empíricas – os lugares dos sujeitos – para as posições dos sujeitos no discurso. Essa é a distinção entre lugar e posição.

Em toda língua há regras de projeção que permitem ao sujeito passar da situação (empírica) para a posição (discursiva). O que significa no discurso são essas posições. E elas significam em relação ao contexto sócio-histórico e à memória (o saber discursivo, o já dito). p.40

Os processos discursivos anteriores também agem nessa tomada de posição atual, as formações imaginárias resultam de processos discursivos anteriores, o interdiscurso constitui a substância das formações imaginárias.

Consideramos aqui então que, com o acionamento da memória, o imaginário dos licenciandos materializa-se em seus dizeres. Através da memória, os licenciandos trazem para seus dizeres os já ditos esquecidos em seus imaginários e que carregam em si sentidos pré-constituídos antes das enunciações. Para compreender a tomada de um sentido e não outro e como os sentidos estão sendo transformados no momento da enunciação é preciso compreender o mecanismo imaginário dos licenciandos.

As projeções são possíveis a partir do mecanismo imaginário, é ele que produz imagens do sujeito e do objeto do discurso, dentro de um contexto sócio-histórico. Através do mecanismo imaginário o locutor se posiciona, posiciona seu interlocutor e o objeto do discurso. Esse imaginário “assenta-se no modo como as relações sociais se inscrevem na história e são regidas, em uma sociedade como a nossa, por relações de poder” (Orlandi, 2005, p.42). Essa perspectiva faz parte do funcionamento da linguagem, condicionando os sujeitos na produção de discursos, incluindo aqueles que se inserem nas mediações em sala de aula. Compreendendo aspectos do imaginário e suas relações com as condições de produção em que se constituem e são evidenciados, compreendemos o modo como o discurso está sendo produzido.

Consideramos que não temos acesso a todas as condições de produção que estão em jogo no momento de enunciação dos discursos pelos licenciandos, no entanto apresentamos a

seguir algumas das condições de produção que nos permitirão fazer algumas análises de tais discursos, de forma a responder às questões propostas na introdução deste trabalho.

Dessa forma as considerações que fizemos neste capítulo sobre a Análise de Discurso e as revisões e condições de produção que apresentamos no terceiro capítulo, constituem nosso apoio teórico-metodológico.

### 3. Condições de Produção ou Constituição do Dispositivo de Análise

A proposta deste trabalho é analisar os discursos enunciados por licenciandos em física enquanto realizavam a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* no período diurno, durante o primeiro semestre de 2005, na faculdade de educação da Universidade Estadual de Campinas. Foi escolhido um tema de Física Moderna e Contemporânea para a disciplina, *Questão Nuclear*, com o qual os licenciandos deveriam preparar *episódios de ensino* nos quais deveria se fazer presente uma abordagem relacionada às áreas de investigação em ensino de ciências: História da Ciência; Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)<sup>2</sup>; Linguagens no Ensino de Ciências; Resolução de Problemas. Esse *episódio de ensino* deveria ainda prever um trabalho dialógico, levando em conta as concepções dos estudantes a quem se destinaria.

Sendo assim, apresentamos a seguir, como condições de produção desses discursos, revisões bibliográficas em trabalhos de pesquisa relacionados à temática da inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e em trabalhos de pesquisa relacionados às abordagens: História da Ciência; Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS); Linguagens no Ensino de Ciências; Resolução de Problemas.

Esta revisão foi realizada a partir dos periódicos: *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira em Ensino de Física*, *Ciência & Ensino* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, publicados nos anos de 2000 a 2006.

Apresentamos em seguida, também como condição de produção, uma descrição da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, realizada no primeiro semestre de 2005, no período diurno na faculdade de educação da Universidade Estadual de Campinas. A pesquisa realizada junto à disciplina e aqui apresentada é também uma de suas condições de produção. Portanto, no final deste capítulo, descrevemos também a participação da pesquisadora e a coleta de dados realizada durante a *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*.

---

<sup>2</sup> Conforme explicaremos a seguir, utilizaremos a nomenclatura Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) quando nos referirmos à sua utilização na disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*. Utilizaremos a nomenclatura Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) quando nos referirmos à pesquisa em Ensino de Ciências. Em citações e transcrições reproduziremos a nomenclatura utilizada pelo autor.

### ***a. Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio***

Dentre os artigos revisados encontramos dois trabalhos que apresentam reflexões sobre a inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, sendo que: um deles sob uma perspectiva de transposição didática (Brockington e Pietrocola, 2005) e outro sob uma perspectiva das representações mentais (Arriasseq e Greca, 2006). Dois artigos apresentam revisões bibliográficas (Ostermann e Moreira, 2000; Greca e Moreira, 2001) e dois apresentam análises de livros didáticos (Ostermann e Ricci, 2002; 2004) dentro da temática da inclusão dessa física no ensino médio. Dois dos artigos revisados apresentam propostas de trabalho desenvolvidas com professores e/ou alunos (Ostermann e Ricci, 2005; Cavalcante e Tavoraro, 2001). Outros três trabalhos apresentam subsídios para facilitar essa introdução pelo professor em sala de aula (Santos, 2006; Cavalcante et al., 2001; Dias et al., 2002).

Brockington e Pietrocola (2005), preocupados com como introduzir a Física Moderna e Contemporânea no ensino de física, analisam a aplicabilidade da transposição didática proposta por Yves Chevallard para a introdução da física quântica no ensino médio.

Os autores afirmam que são diversas as pesquisas em ensino de física que apontam para a necessidade de inclusão da Física Moderna e Contemporânea, entretanto poucas são voltadas para a implementação de tópicos em sala de aula. Isso seria ocasionado pelo impedimento de inovações devido a características do próprio sistema de ensino, dentre elas: condições impostas ao professor na escola, preocupação com cumprimento do programa, pressão por resultados no vestibular e ainda devido à complexidade dessa física.

Afirmam que a transposição da teoria quântica para a sala de aula de ensino médio é tarefa complexa, devido às exigências epistemológicas inerentes ao campo de conhecimento produzido pela física moderna, distantes dos padrões de entendimento forjados no mundo cotidiano e devido às exigências do domínio escolar, como ideologias, necessidades de natureza didática e tradição.

Os autores identificam propostas de ensino que se manteriam alinhadas com as exigências conceituais do chamado saber sábio, mais próximas dos saberes a ensinar presentes nos cursos universitários básicos. Para os autores este tipo de proposta excluiria a maioria dos professores de física e boa parte dos estudantes do ensino médio, por falta de domínio conceitual ou de formalismo matemático. Também identificam propostas de ensino próximas das exigências do sistema didático e portanto mais semelhantes ao que vem sendo feito nas aulas de física do ensino médio, na qual haveria uma tentativa de:

[...] utilizar a mesma estrutura de transposição que transformou a Cinemática, ou a Dinâmica, com seus inúmeros problemas de bloquinhos em atividades de ensino. Ela conduz à criação de exercícios similares àqueles desenvolvidos em boa parte dos livros didáticos tradicionais, de forma que se muda apenas o nome dos elementos envolvidos nos exercícios. *s/p*

Afirmam que com a utilização da última proposta corre-se o risco de transformar o ensino de Física Moderna e Contemporânea em algo cansativo, inexpressivo e enfadonho como no caso da cinemática.

Para os autores seria possível introduzir conteúdos modernos através de atividades centradas em argumentação de cunho filosófico, privilegiando o debate e as características mais qualitativas do conhecimento. No entanto afirmam que “[...] objetos de ensino que permitem a elaboração de exercícios e problemas são mais valorizados no espaço escolar, em detrimento daqueles que ficam restritos à argumentação teórica” *s/p*.

Dentre os artigos revisados, o de Arriasecq e Greca (2006) trata das representações mentais de estudantes relacionadas à Física Moderna e Contemporânea. Preocupadas com as representações dos estudantes de nível médio sobre a teoria especial da relatividade, desenvolvem um estudo de caso com base na epistemologia de Bachelard e na teoria dos campos conceituais de Vergnaud. Procuram estudar suas representações das noções de espaço, tempo, sistema de referência, observador, simultaneidade e medição bem como verificar se elas concordam com aquelas aceitas como apropriadas pela comunidade científica para a teoria especial da relatividade. Também apresentam uma proposta didática projetada especificamente para o grupo de alunos em questão.

De acordo com as autoras, a introdução da Física Moderna e Contemporânea seria importante para que os estudantes compreendessem os desenvolvimentos recentes da ciência que têm influenciado o mundo em que vivem.

Com relação à incorporação da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, as autoras afirmam que existem divergências na área de pesquisa em ensino de ciências, porém no que diz respeito aos temas a serem incorporados, afirmam que há consenso sobre a relatividade e mecânica quântica, por serem teorias que marcam uma nova era na física ao romper com a física clássica.

Com relação às dificuldades dos professores em introduzir a Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, as autoras afirmam que seriam a falta de tempo e a falta de compreensão profunda dos conceitos relevantes.

Com relação ao tratamento do tema por livros didáticos, Arriassecq e Greca (2006) consideram que esses seriam ineficientes no que diz respeito às abordagens histórica, epistemológica e conceitualmente apropriada, no entanto seriam o principal recurso didático utilizado no ensino.

Nascimento e Alvetti (2006) procuram conectar a problemática da seleção de conteúdos com um debate mais amplo sobre a relevância social, cultural e política do ensino de ciências. Consideram a importância dos conhecimentos para a inserção do cidadão no mercado de trabalho e para a compreensão de fenômenos da natureza e dos artefatos tecnológicos. Para os autores, a ciência seria usada em decisões socialmente significativas de modo a legitimar determinados discursos.

Com relação à Física Moderna e Contemporânea, os autores consideram que sua inserção deveria ser realizada de forma a possibilitar que os cidadãos se posicionem com relação a decisões importantes que lhes dizem respeito. Consideram ainda que esta inserção estaria de acordo com um ensino que procura mostrar a ciência como parte de um processo histórico, que seria produto da vida social e marca cultural de uma época; que a ciência e a tecnologia seriam também produção cultural, assim como a arte, as letras, a música e que são de fundamental importância para a compreensão do conhecimento humano. Os autores argumentam que o reconhecimento de que a ciência é determinada e determinante sócio-historicamente faz com que o produto final da ciência deixe de ser o foco principal do seu ensino.

Os autores apontam alguns limites da inserção da Física Moderna e Contemporânea feita por livros didáticos e recomendam a utilização de divulgação científica como forma de:

[...] motivação e estímulo à participação dos estudantes, complementação de materiais didáticos, desenvolvimento de habilidades e práticas de leitura, estabelecimento de relações entre a linguagem do estudante e a linguagem científica, contato com valores sócio-culturais implícitos ou explícitos nas informações presentes em reportagens sobre Ciência e Tecnologia, possibilidades de se explorar relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, formação de espírito crítico e reflexivo. p35

No entanto apontam que há um processo difícil de transformação de um texto de divulgação científica em recurso didático.

Dentre os artigos revisados foram encontrados dois que tratam de revisões bibliográficas sobre a inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, Ostermann e Moreira (2000) e Greca e Moreira (2001).

Ostermann e Moreira (2000) realizaram uma revisão em publicações direcionadas ao ensino de física a partir de 1997, que abordavam a questão da inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Destacam alguns aspectos das referências consultadas, entre eles: justificativas para inserção no ensino médio; questões metodológicas, epistemológicas, históricas referentes ao seu ensino; estratégias de ensino e currículos; concepções alternativas dos estudantes acerca de tópicos de Física Moderna e Contemporânea; temas apresentados como divulgação ou como bibliografia de consulta para professores de nível médio; propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem e livros didáticos de nível médio que inserem temas.

A partir de sua revisão, os autores afirmam que as justificativas para a inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio incluiriam: a influência dos conteúdos contemporâneos para a compreensão do mundo; a necessidade de cidadãos informados, conscientes e participativos; despertar curiosidade dos estudantes; fazer com que os estudantes compreendam que a física está próxima deles, em seu cotidiano; o não consentimento de que estudantes deixem de entrar em contato com revoluções da ciência; o entusiasmo provocado em professores que a ensinam; sua influência na decisão de escolha da física como carreira; conectar o estudante com sua história; proteger os estudantes do obscurantismo, das pseudociências e charlatanias pós-modernas; suas conseqüências tecnológicas, muitas vezes ligadas ao futuro profissional do estudante; por sua beleza, pelo prazer do conhecimento e por fazer parte da cultura; para que os estudantes tenham uma imagem mais realista da ciência; para a superação de barreiras epistemológicas e auxiliar os estudantes no entendimento sobre debates públicos, por exemplo, sobre armas nucleares; por se tratar de um assunto atual.

De acordo com os autores, existiriam três vertentes de pesquisa relacionadas à inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio que consideraram mais significativas. A vertente de exploração dos limites dos modelos clássicos, que se preocuparia com o caráter não linear do desenvolvimento da ciência, as dificuldades que originaram a crise da física clássica e as diferenças conceituais entre a física clássica e a física moderna. A vertente de não utilização de referências aos modelos clássicos, que consideraria que o ensino de Física Moderna e Contemporânea seria dificultado por utilizar analogias com a física clássica. A vertente de escolha de tópicos essenciais, que defenderia que poucos dos conceitos de Física Moderna deveriam ser ensinados no ensino médio, de forma que o aluno adquirisse apenas alguma percepção sobre essa física. Os autores ainda apontam outras vertentes menos

significativas em seu ponto de vista, entre elas uma que considera que deveria haver liberdade do professor na adoção de metodologias em cada tópico a ser abordado, reservando, no entanto, papel especial para a história da ciência.

Ao levantarem concepções alternativas dos alunos com relação ao tema, observam que em geral essas estariam associadas aos erros conceituais dos livros-texto e de informações veiculadas pela mídia.

Dentre os trabalhos revisados por Ostermann e Moreira (2000), destacamos dois artigos citados pelos autores (Lijnse et al., 1990 apud Ostermann e Moreira, 2000; Eijkelhof et al., 1984 apud Ostermann e Moreira, 2000), por apresentarem estudos realizados em salas de aula do ensino médio relacionados ao conteúdo de física nuclear. O primeiro, de acordo com Ostermann e Moreira (2000), trata de uma investigação das idéias dos estudantes sobre relatividade e de que forma informações relacionadas ao mesmo tema são veiculadas pela mídia. Os autores procuram mostrar que haveria vários aspectos de similaridade entre concepções de estudantes e informações veiculadas pela mídia. O segundo, de acordo com Ostermann e Moreira (2000), apresenta atividades desenvolvidas em salas de aula de ensino médio, com enfoque nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tratando, dentre outros, do tema *Armas Nucleares* e procurando propiciar maior entendimento dos alunos acerca de debates públicos em torno desta questão.

A partir da revisão bibliográfica realizada Ostermann e Moreira (2000) concluem que existem divergências no caminho a ser seguido para a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Afirmam que são escassas as pesquisas que tratam de concepções alternativas de estudantes sobre Física Moderna e Contemporânea e que relatam propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem.

Outro artigo, que apresenta uma revisão bibliográfica, relacionado ao tema Física Moderna e Contemporânea é de Greca e Moreira (2001). Os autores se preocupam especificamente com a literatura referente ao ensino de conteúdos introdutórios de mecânica quântica tanto em nível médio quanto superior. Classificam as publicações como aquelas que tratam de: concepções dos estudantes, críticas à abordagem tradicional e propostas de inovações didáticas.

Justificando a importância do estudo da mecânica quântica no ensino médio afirmam que “O sucesso alcançado pela Mecânica Quântica medido, tanto pela variedade de fenômenos que descreve e prediz, como pelos seus impressionantes efeitos sobre a tecnologia moderna, torna recomendável seu estudo em diversas áreas e, ademais, que isto ocorra cada vez mais

cedo”<sup>s/p</sup>. Apesar dessa recomendação apontada, os autores afirmam que existem dificuldades no seu ensino, relacionadas aos conceitos e a como ensinar.

A partir da revisão realizada, os autores afirmam que a pesquisa relacionada à introdução da mecânica quântica no ensino médio é escassa, recente e que tem aumentado significativamente nos últimos anos.

Alguns dos artigos revisados neste trabalho tratam da análise de livros didáticos voltados para o ensino médio que abordam o tema da inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, como é o caso de Ostermann e Ricci (2002). Focando a contração de Lorentz-FitzGerald, procuram mostrar que o assunto não receberia o devido cuidado nos livros didáticos.

Com relação ao ensino de física atual, os autores afirmam que o currículo seguiria uma divisão de conteúdos em blocos tradicionais:

[...] Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo seguem, basicamente, a seqüência dos capítulos nos livros didáticos. Na prática, é comum que a Física se reduza apenas à Cinemática (muitas vezes, quase toda a 1ª série do Ensino Médio é dedicada a ela), Leis de Newton, Termologia, Óptica Geométrica, Eletricidade e circuitos simples. Dessa forma, toda a Física desenvolvida do século XX em diante está excluída dos currículos escolares. p178

Ostermann e Ricci (2002) afirmam que nos países desenvolvidos já foi ultrapassada a fase de levantamento de justificativas para a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, os currículos contemplariam tópicos dessa física e estariam sendo desenvolvidos materiais didáticos com esse enfoque. No Brasil, a linha começaria a se desenvolver, de forma mais acelerada, a partir de uma tendência na nova legislação brasileira de promover a renovação curricular. De acordo com os autores, a Lei de Diretrizes e Bases de 1996 recomenda que o ensino trabalhe conteúdos mais próximos do cotidiano do aluno e propicie o desenvolvimento de uma visão de mundo atualizada. Afirmam que essa pressão legal reflete-se nos livros didáticos de física para o ensino médio, embora de forma tímida. Muitos dos livros didáticos adotados nas escolas não contemplariam a teoria da relatividade restrita.

Ostermann e Ricci (2002) fazem algumas considerações sobre a relatividade restrita e em seguida apresentam como o tema tem sido tratado em livros didáticos brasileiros e alguns estrangeiros. De acordo com a pesquisa, os autores observam que o tema não é tratado em muitos dos livros didáticos e quando é tratado, a abordagem seria superficial, não promovendo uma necessária ruptura com o senso comum e comprometendo a aprendizagem.

Observam ainda que em poucas obras o assunto é tratado com profundidade e detalhamento, porém algumas imprecisões de linguagem presentes poderiam reforçar concepções espontâneas de professores e alunos.

Ainda tratando da análise de livros didáticos, Ostermann e Ricci (2004) discutem como os conceitos de *massa relativística* e *equivalência massa-energia* estão presentes nessas publicações. Apontam que o livro didático recebe grande destaque no contexto educacional brasileiro, sendo muitas vezes única fonte para professores e alunos e tendo a adoção em escolas públicas apoiada pelo governo.

Os autores, ao analisarem os livros didáticos, focando os conceitos acima referidos, constatam que a *massa relativística* é introduzida de forma inadequada como sendo um conceito fundamental da relatividade restrita. Afirmam que os livros texto frequentemente interpretam de forma errônea o significado da *equivalência massa-energia*.

Com relação a propostas de trabalho relacionadas à temática da Física Moderna e Contemporânea desenvolvidas, no caso, com professores do ensino médio, encontramos o artigo de Ostermann e Ricci (2005). Os autores apresentam uma unidade conceitual desenvolvida e trabalhada em um curso de mestrado profissionalizante que tinha como objetivo introduzir a física quântica de modo diferente do que é usualmente feito nos cursos de graduação e pós-graduação. De acordo com os autores a abordagem da física quântica usualmente realizada nos cursos universitários careceria de discussões filosóficas e conceituais importantes que auxiliassem o professor na transposição da mecânica quântica para a sala de aula. Os autores afirmam que são escassas as propostas de introdução de física quântica tanto no ensino médio quanto na formação do professor.

Com a unidade conceitual apresentada no artigo, centrada no uso de novas tecnologias e produzida a partir de uma primeira unidade, Ostermann e Ricci (2005) procuravam diminuir a ênfase ao formalismo matemático como mera ferramenta e a correlação com a mecânica clássica.

Para a avaliação, os autores relatam que, um questionário foi aplicado antes e depois da unidade ter sido trabalhada. Verificam que inicialmente os alunos confundiam a relatividade com a física quântica, no entanto isso deixou de ocorrer após o trabalho com a unidade. A maioria dos alunos, após esse trabalho, passou a destacar aspectos essencialmente diferentes da física clássica e da física quântica. Afirmam que houve um aprimoramento no conhecimento dos alunos a respeito das características fundamentais de objetos clássicos. Os autores acreditam que isso se deva basicamente à abordagem adotada nas aulas.

Ainda sobre artigos que tratam do desenvolvimento de propostas de trabalho relacionadas com o tema de Física Moderna e Contemporânea, agora desenvolvidas com professores e alunos de ensino médio, encontramos o de Cavalcante e Tavolaro (2001). As autoras apresentam uma oficina planejada para discutir fundamentos de Física Moderna e Contemporânea com professores e alunos de ensino médio.

Afirmam que a partir das recomendações da Lei de Diretrizes e Bases de 1996 a questão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio tem sido abordada por diversos pesquisadores, observando que no simpósio nacional de ensino de física realizado em 1997 foram apresentados trabalhos, oficinas e cursos que enfocaram a temática, desde o estudo de planejamentos didáticos até propostas de experimentos para serem utilizados em sala de aula.

A oficina apresentada no artigo trata do tema *Dualidade Onda Partícula* e é desenvolvida com experimentos que utilizam materiais de baixo custo, buscando dar conta da compreensão dos fenômenos de interferência e difração e do comportamento corpuscular da radiação, necessários à compreensão do comportamento dual. As autoras acreditam que a oficina desenvolvida atenderia ao tratamento de conceitos relevantes à formação do professor de física e permitiria, em consonância com a LDB, uma melhor compreensão das formas contemporâneas de linguagem e domínio de conhecimentos de filosofia e sociologia. A oficina foi apresentada em alguns eventos da área de ensino de ciências e devido à boa receptividade entre professores e alunos, e o sucesso causado por seu aspecto interdisciplinar, tem sido reapresentada sistematicamente pela Escola do Futuro da USP.

Alguns dos artigos revisados apresentam subsídios para a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, como é o caso de Santos (2006). O autor explica a construção e utilização de ferramentas que auxiliariam na demonstração de efeitos como a dilatação do tempo ou a contração espacial.

O autor aponta que a teoria de relatividade é de difícil abordagem por professores do ensino médio devido a seus aspectos contra-intuitivos e acredita que os diagramas e instrumentos apresentados constituem ferramentas facilitadoras do trabalho do professor em sala de aula.

Ainda sobre artigos que apresentam subsídios para a introdução de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, encontramos o de Cavalcante et al. (2001). O artigo traz uma proposta de reestruturação de um experimento anteriormente desenvolvido para estudo do espalhamento de partículas alfa.

Os autores apresentam e explicam a utilização do equipamento, constituído de um tabuleiro de madeira com um canhão que dispara projéteis em um alvo, folhas de papel sulfite e carbono no tabuleiro registram a trajetória do alvo. Explicam como realizar o experimento, como obter informações sobre a forma geométrica do alvo a partir da análise da representação gráfica das variáveis do sistema e das leis de conservação de momento e energia.

Os autores ainda discutem as contribuições que o experimento de espalhamento de Rutherford trouxe para a ciência e apresentam um aplicativo computacional, disponível gratuitamente na internet, que simula o experimento de Geiger-Marsden. Afirmam que a proposta possibilita a observação de fenômenos clássicos que foram importantes para grandes descobertas da Física Moderna.

Novamente sobre artigos que apresentam subsídios para a introdução de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio encontramos o de Dias et al. (2002). Preocupados com a falta de recursos para realização de experimentos contrastante com o interesse e motivação que tais atividades provocam nos estudantes, desenvolveram um programa computacional que simula elementos utilizados em laboratórios de física nuclear: um detector de radiação do tipo Geiger-Müller (semelhante a contadores comerciais), três amostras radioativas (chumbo, ferro e alumínio) e placas absorvedoras.

Os autores explicam os procedimentos para download do programa, apresentam seus recursos, comandos e limitações e explicam a apresentação dos resultados que o programa retorna. Sugerem ainda um roteiro de trabalho para o professor. Os autores afirmam que o programa não pretende substituir a realização do experimento, mas que é recurso auxiliar se não há disponibilidade de equipamentos reais de física nuclear.

Dentre os artigos revisados encontramos um bastante abrangente, Ostermann e Moreira (2001), que descreve uma experiência de ensino e aprendizagem, relacionada aos temas *partículas elementares e supercondutividade*, em que: pesquisam tópicos a serem incluídos; elaboram material didático; preparam professores em formação inicial e implementam proposta em sala de aula. Procuram estabelecer quais os tópicos de Física Moderna e Contemporânea que deveriam ser ensinados; que metodologia possibilitaria uma aprendizagem significativa; que materiais didáticos deveriam ser produzidos e quais implicações esta problemática traria à formação de professores.

De acordo com os autores, seria reduzido o número de trabalhos que buscam levar propostas de atualização de currículo para sala de aula e que se preocupam com questões metodológicas para tal inclusão. Eles apresentam algumas vertentes de abordagens

metodológicas para introdução de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, afirmam que os conteúdos tratados estariam concentrados em relatividade, partículas elementares e mecânica quântica.

A partir da revisão bibliográfica aqui apresentada, observamos que, dentre os trabalhos que se preocupam com a temática de introdução da Física Moderna a Contemporânea no ensino médio, a maioria se concentra nos conteúdos da mecânica quântica e da teoria da relatividade, sendo que apenas dois deles tratavam da física nuclear, um apresentando como realizar uma simulação do experimento de espalhamento de partículas alfa e outro um programa computacional que simula três equipamentos utilizados em laboratórios de física nuclear.

Com relação às justificativas de inclusão, podemos resumir o que dizem Ostermann e Moreira (2000) afirmando que estas se relacionam com a relevância de conteúdos da Física Moderna e Contemporânea para a compreensão do mundo, a influência dessa física no cotidiano dos alunos e no desenvolvimento de sua cidadania, o entusiasmo e interesse de professores e alunos sobre o tema, sua influência na decisão de escolha da física como carreira e o auxílio aos estudantes no entendimento de debates públicos, por exemplo, sobre armas nucleares.

Alguns dos autores associam a tendência de introdução da Física Moderna e Contemporânea com a LDB de 1996, que recomenda o ensino voltado para o desenvolvimento da cidadania e a atualização do currículo e inclusive observam que alguns livros didáticos procuraram se adaptar a essa tendência.

Com relação às dificuldades de inclusão, podemos apontar, a partir da revisão acima, que seriam aquelas relacionadas ao sistema de ensino, como condições impostas ao professor, falta de tempo, pressão por resultados no vestibular; aquelas relacionadas à complexidade dessa física, como, por exemplo, exigências epistemológicas inerentes ao campo de conhecimento produzido pela Física Moderna, distantes dos padrões de entendimento forjados no mundo cotidiano e que geram obstáculos para o tratamento de conceitos dessa física e/ou ainda as dificuldades dos professores em não saber como fazer essa introdução. Tais dificuldades somar-se-iam a dois pontos: o primeiro seria o fato de que a principal fonte do professor é o livro didático e este em muitos dos casos em que contempla a Física Moderna e Contemporânea apresenta erros e o segundo seria o fato de que a pesquisa em ensino de ciências apresenta poucas propostas de trabalho desenvolvidas/testadas em sala de aula e analisadas.

Com relação a como introduzir a Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, alguns dos artigos afirmam que não há consenso na pesquisa e que são poucas as propostas testadas em sala de aula. Observamos que alguns deles se aproximam de propostas mais históricas e filosóficas e procuram diminuir o formalismo matemático ou criticam as aulas baseadas exclusivamente em exercícios, considerando que a introdução da Física Moderna e Contemporânea não deveria seguir essa lógica, usual no ensino médio. Observamos ainda que alguns dos artigos trazem propostas de experimento ou simulação computacional que poderiam ser realizados em sala de aula.

## ***b. Abordagens da Investigação em Ensino de Ciências***

### **i. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**

Antes de apresentar a revisão bibliográfica, observamos que apesar da abordagem, ou do movimento CTS também se preocupar com questões ambientais, o título do movimento, muitas vezes, não contempla essa dimensão e também observamos que grande parte da pesquisa em ensino de ciências considera apenas a ciência, tecnologia e sociedade quando se refere ao movimento. No entanto, alguns trabalhos, em especial na área de Geociências, costumam se referir ao movimento utilizando a nomenclatura ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Por esse motivo, durante a realização da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* a professora utilizou a nomenclatura CTSA. Desta forma esclarecemos que quando estivermos tratando da pesquisa em ensino de ciências utilizaremos a sigla CTS e quando estivermos nos referindo à disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* utilizaremos a sigla CTSA. Já no caso de citações e transcrições reproduziremos a sigla e nomenclatura utilizada por seu autor.

Iniciamos a revisão bibliografia sobre a abordagem CTS apresentando o que dizem os trabalhos revisados sobre o surgimento do movimento CTS e sobre os objetivos e as dificuldades com relação à implementação do mesmo no contexto educacional brasileiro. A seguir, apresentamos alguns artigos que tratam de reflexões sobre abordagens CTS no ensino de ciências (Teixeira, 2003; Auler e Bazzo, 2001; Angotti e Auth, 2001; Santos e Mortimer, 2001). Apresentamos então artigos que tratam de abordagens CTS no contexto da formação do professor (Vieira e Vieira, 2005; Reis e Galvão, 2005; Utges et al., 2001). Por fim apresentamos artigos que tratam do desenvolvimento e/ou análise de atividades com enfoque

CTS em sala de aula. (Samagaia e Peduzzi, 2004; Andrade e Carvalho, 2002; Gouvêa e Leal, 2001).

Alguns dos artigos revisados concordam em afirmar que o movimento CTS teria surgido nas décadas de 60 e 70 do século passado, a partir de movimentos sociais preocupados com os impactos sociais negativos causados por fatores relacionados às guerras mundiais e à degradação ambiental. A partir daí a ciência e tecnologia teriam passado a sofrer análises críticas, nas quais se questionaria a crença de que os desenvolvimentos tecnológico, científico e econômico conduziriam a sociedade ao desenvolvimento do bem estar social. Tais questionamentos em países capitalistas centrais teriam gerado uma indução à politização em C&T, o que significaria uma maior participação social em decisões ligadas à C&T, surgindo assim conseqüências para o ensino superior e secundário em tais países. (Auler e Bazzo, 2001; Angotti e Auth, 2001; Santos e Mortimer, 2001; Teixeira, 2003)

Também parece haver uma concordância, sobre algumas das dificuldades, com relação à implementação da abordagem CTS na educação, entre elas: muitas das concepções, relacionadas à ciência, dos estudantes e professores, não estariam de acordo com as concepções da abordagem CTS; muitas das concepções dos professores relacionadas a aspectos como cidadania, educação e política não estariam de acordo com as concepções da abordagem CTS; falhas na formação do professor; demanda de tempo de trabalho que o professor não dispõe; discussão de temas que envolveriam diversas áreas do conhecimento de forma que a formação disciplinar dos professores seria incompatível com a abordagem; não contemplação do enfoque CTS nos exames de seleção, centrados normalmente na memorização em detrimento de análises críticas; escassez de material didático-pedagógico; necessidade da redefinição de conteúdos programáticos e grande extensão dos programas (Samagaia e Peduzzi, 2004; Andrade e Carvalho, 2002; Teixeira, 2003; Auler e Bazzo, 2001).

Há também um consenso entre alguns dos artigos com relação aos objetivos de um ensino de ciências sob uma perspectiva CTS, entre eles: o desenvolvimento de atitudes autônomas e críticas com relação às questões de interesse social; o uso de conhecimentos científicos na tomada de decisões sobre assuntos de interesse social; a formação para a cidadania; alfabetização e letramento científico e tecnológico; a compreensão do ser humano como parte integrante do meio-ambiente; rompimento com uma visão de ciência objetiva e imparcial e uma visão de mundo fragmentada; possibilitar controle social e democrático da C&T; possibilitar a compreensão das complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, facilitando a resolução de problemas do dia-a-dia e tomada de decisões com

responsabilidade social; contribuir para um ensino não fragmentado e buscar uma imagem mais humana da ciência. (Samagaia e Peduzzi, 2004, Teixeira, 2003; Angotti e Auth, 2001; Santos e Mortimer, 2001; Vieira e Vieira, 2005; Gouvêa e Leal, 2001)

Alguns dos artigos revisados fazem reflexões sobre a utilização da abordagem CTS no ensino de ciências, como é o caso de Teixeira (2003). O autor procura discutir as contribuições da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS para o redirecionamento do ensino de ciências. O autor procura apontar pontos de convergência entre as correntes e estabelecer implicações para a formação de professores.

De acordo com o autor, as abordagens utilizadas no ensino de ciências seriam usualmente internalistas, marcadas pelo conteudismo e excessiva exigência de memorização, tratariam a ciência como se fosse desvinculada da realidade ou do contexto político e social e não possibilitariam a articulação do assunto estudado com os assuntos tratados em outras disciplinas. O autor ainda afirma que o ensino de ciências é, muitas vezes, exclusivamente transmissivista, baseado em aulas expositivas não valorizando o desenvolvimento de atitudes e procedimentos.

Dentre algumas conclusões, o autor considera que é necessário mudar a concepção vigente de professor como aquele que detém o conhecimento e o repassa para os estudantes, que se mantém passivos nesse processo. O autor afirma que tanto a pedagogia histórico-crítica e suas concepções subjacentes quanto o movimento CTS na educação, exigem e possibilitam um perfil diferenciado de professor, de maneira que em sua formação não deveriam ser privilegiados os conteúdos específicos em detrimento da formação política e psicopedagógica.

Ainda tratando de reflexões sobre a abordagem, temos o trabalho de Auler e Bazzo (2001). Os autores procuram situar o surgimento do movimento CTS no contexto educacional mundial para refletir sobre as possibilidades de um ensino CTS no contexto educacional brasileiro.

De acordo com os autores, o contexto brasileiro seria diferente no contexto nos países em que surgiu o movimento, então eles procuram fazer um resgate do contexto histórico nacional para refletir sobre a possibilidade do movimento no ensino nacional. Lembram que o passado colonial brasileiro foi marcado por um modelo agro-exportador escravocrata em que não havia interesse no desenvolvimento em C&T. Observam que mesmo com a industrialização no Brasil não surgiu uma política de desenvolvimento científico e tecnológico próprio e sim uma política de importação tecnológica para suprir necessidades imediatas.

Para os autores, os investimentos nacionais no desenvolvimento de C&T, quando existentes, estiveram ligados aos objetivos de prestígio político ou militares e ainda não visariam ao bem estar e progresso sociais. Tais fatores, aliados à falta de participação social do povo brasileiro, teriam ocasionado uma desvinculação entre ciência e sociedade.

Ao expor o contexto nacional, os autores afirmam que hoje, na época da globalização, a modernização tecnológica na indústria da América Latina, obedecendo às pressões externas, não seria consequência lógica do nível de desenvolvimento local nem do ritmo alcançado por suas forças produtivas, de forma que os avanços tecnológicos nos chegariam como artigos a serem consumidos e nosso papel global seria simplesmente promover a competitividade internacional, consumindo-os.

Os autores ainda afirmam que os meios de comunicação, principais formadores de opinião pública, apresentariam a tecnologia como condutora da civilização (de forma irreversível), fazendo com que a ação humana desapareça, excluindo um possível direcionamento da sociedade sobre C&T.

Ainda tratando de trabalhos que refletem sobre a utilização da abordagem no ensino de ciências, temos o de Angotti e Auth (2001). Os autores discutem a problemática ambiental, as relações e modos de vida populacionais frente à evolução e utilização de novas tecnologias, discutem crenças, valores sociais e educacionais vigentes contrastados com a realidade ambiental e social, discutem o papel da educação formal e por fim expõem uma proposta de trabalho colaborativo/interdisciplinar, relacionado à problemática ambiental, desenvolvido em uma escola.

Angotti e Auth (2001) afirmam que o movimento CTS questionaria o modelo tecnocrático, de autonomia e neutralidade da ciência, divulgado inclusive por cientistas, políticos, engenheiros e legisladores, modelo este que contribuiria para a miséria material e cognitiva de grande parte da população. Assim como no artigo anterior, os autores chamam a atenção para a falta de participação social no questionamento do avanço da C&T e para a intensa degradação ambiental.

Refletindo sobre o ensino de ciências, os autores afirmam que o ensino formal ainda hoje seguiria a lógica dos anos 60 e 70, do século passado, quando se procurava atrair alunos para áreas científicas ao invés de contribuir com discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade. Criticam as concepções sociais privilegiadas através do ensino da ciência clássica e moderna. Segundo os autores, são concepções de que a ciência é produzida por indivíduos neutros que

extrairiam um conhecimento verdadeiro da natureza, de que tudo estaria pré-determinado e das quais predominaria uma visão fragmentada do mundo.

De acordo com os autores, a educação formal estaria mais em consonância com a realidade ambiental e social se fossem contempladas reflexões com base na história e na filosofia da ciência e na perspectiva do movimento CTS.

Santos e Mortimer (2001) também refletem sobre a abordagem CTS e o ensino de ciências, procuram discutir o significado da formação da cidadania para uma ação social responsável; apresentam uma revisão na pesquisa sobre currículos CTS, com foco na capacidade de tomada de decisão e a partir daí levantam implicações para o ensino de ciências.

De acordo com os autores, as concepções de ciência do movimento CTS estariam ligadas à idéia de que a ciência não é uma área em que as atividades são neutras e sim algo que influencia e é influenciado pela política, sociedade, ambiente e cultura. O objetivo da educação em ciências, que até a época do surgimento do movimento seria a formação científica de jovens ou incentivá-los a optarem por carreiras científicas, modificar-se-ia, passando a ser o desenvolvimento da cidadania, tendo como uma das principais metas o letramento científico.

Os autores discutem os pré-requisitos para a tomada de decisão crítica, apresentando diversos modelos para os processos de tomada de decisão. Criticam o fato de que as decisões sobre assuntos relacionados à C&T estejam sob a responsabilidade de grandes grupos econômicos e não da população, afirmam que o letramento científico e tecnológico contribuiria para a preparação de cidadãos para o controle social da C&T. Para isso um dos objetivos do ensino deveria ser possibilitar a ação social responsável, ou seja, aquela que considera os valores e a ética.

Por fim, os autores apontam as implicações para um ensino de ciências que tenha como o objetivo a formação para a cidadania. O ensino de ciências deveria possibilitar o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, voltar-se para a ação social responsável e considerar não só a informação com relação à C&T, mas também o desenvolvimento de atitudes e habilidades e a preocupação com os valores e a ética.

Alguns dos artigos revisados tratam da abordagem CTS no contexto da formação do professor, como é o caso de Vieira e Vieira (2005). Os autores apresentam um estudo desenvolvido com a finalidade de estimular os professores na construção de práticas com

abordagem CTS durante um curso de formação continuada, seguindo uma metodologia de investigação-ação.

Para os autores, a abordagem CTS daria ao aluno sustentação no pensar e agir diante de problemas sociais que envolvam a C&T. A abordagem também envolveria a contextualização, tornando o conhecimento mais significativo. Possibilitaria a reflexão e compreensão das influências mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade, proporcionando a tomada de decisão informada e responsável. Os autores ainda criticam o ensino atual afirmando que este se basearia na transmissão de informação.

Os autores avaliam a proposta com relação ao impacto causado nos alunos e afirmam que, superada uma fase inicial de receio com as atividades diferenciadas, os alunos passaram a envolver-se com entusiasmo, além de evidenciarem a compreensão e uso de conhecimentos científicos e tecnológicos. Afirmam que a proposta possibilitou o estímulo da capacidade de pensamento dos estudantes. Avaliam também a proposta sob a perspectiva do professor afirmando que inicialmente a educação CTS não era vista por eles como uma finalidade da educação e que os mesmos consideravam que capacidades de pensamento eram inerentes ao processo de ensino e aprendizagem, a partir daí foram construindo idéias mais claras e, por fim, houve uma mudança progressiva em sua prática, de forma que esta se aproximou da perspectiva CTS. Também afirmam que os professores mostraram-se mais satisfeitos e confiantes consigo mesmo.

Os autores alertam para as implicações de práticas CTS. Estas necessitariam de uma formação de professores diferenciada, já que por mais que o currículo seja modificado é o professor quem leva reais modificações para sala de aula. As mudanças no ensino deveriam então incluir modificações curriculares, mas também transformações na mentalidade do professor.

Ainda discutindo a abordagem CTS e o contexto de formação do professor, temos o artigo de Reis e Galvão (2005). Os autores procuram explorar as influências das controvérsias científicas, divulgadas principalmente pela mídia, muitas vezes de forma sensacionalista, sobre as concepções e práticas de um grupo de professores de ciências naturais em Portugal.

De acordo com os autores, a falta de preocupação com a natureza da ciência em sala de aula e a atual prática docente fariam com que implicitamente fossem geradas: concepções a-problemáticas e a-históricas da ciência, ignorando-se a gênese do conhecimento científico, bem como as limitações do conhecimento atual; concepções acumulativas do desenvolvimento científico, de forma que este é visto como um processo linear de simples

acumulação de conhecimentos, ignorando-se as crises, os confrontos, as controvérsias e as reformulações profundas que estiveram em sua gênese; concepções individualistas e elitistas da ciência e visões descontextualizadas e socialmente neutras, da atividade científica.

De acordo com os resultados, os professores investigados enxergariam os avanços científicos e tecnológicos tanto como fonte de progresso, melhorando a qualidade de vida, quanto como fonte de preocupação, causando impactos ambientais, sociais e culturais. Os professores consideraram necessária a alfabetização científica, de forma a capacitar a sociedade para a tomada de decisões e a compreensão de assuntos que envolvam as controvérsias científicas. No entanto, os autores afirmam que as histórias distintas na formação dos professores estudados teriam gerado concepções curriculares diferenciadas, ligadas a concepções sobre alfabetização científica diversas, apontando a implicação do curso de formação inicial.

Finalizando os trabalhos que tratam da abordagem CTS no contexto de formação do professor temos o de Utges et al. (2001). Os autores afirmam que existe, na pesquisa, a preocupação com as concepções de professores sobre ciência e seu ensino, mas não sobre tecnologia, o que seria importante já que há uma tendência em incluir o estudo da tecnologia nos currículos.

O artigo procura caracterizar o pensamento dos professores no que diz respeito às questões ligadas ao ensino de tecnologia. Assim eles procuram investigar (através de entrevistas, questionários e observações em sala de aula durante um ano letivo) crenças e teorias implícitas que os professores levam para sua prática, influenciando-a, sem muitas vezes tomarem consciência delas, com relação à tecnologia e a educação tecnológica.

Os autores procuram definir cinco teorias implícitas dos professores sobre a tecnologia e seu ensino. De acordo com o artigo, professores com diferentes formações (físico, técnico ou engenheiro) carregariam diferentes teorias dentre as cinco apontadas, sendo que a maneira como concebem a tecnologia estaria ligada à maneira como acreditam que deveriam conduzir seu ensino.

Alguns dos artigos tratam do desenvolvimento e análise de atividades CTS em sala de aula, como é o caso do trabalho de Samagaia e Peduzzi (2004). Os autores descrevem a elaboração e aplicação de um módulo didático com abordagem CTS cujo tema era *Projeto Manhattan*, contemplando os conteúdos de: fissão nuclear; radiação; pesquisa e uso de armas químicas e biológicas e energia. Utilizam uma estratégia de role-playing game durante o

desenvolvimento do módulo, atividade na qual os estudantes assumem papéis, orientando uma história através da simulação com personagens.

De acordo com os autores, os conhecimentos escolares teriam pouco uso pelos estudantes enquanto a mídia apresentaria grande influência na construção de suas concepções.

Os autores afirmam que as publicações relacionadas à inserção da abordagem CTS em sala de aula não especificam uma metodologia de trabalho, apenas sugerem que os estudantes sejam colocados de forma ativa no centro do processo de ensino e aprendizagem.

A partir dos resultados obtidos com a aplicação do módulo didático, os autores afirmam que uma abordagem participativa e diferenciada, como a utilizada, poderia fazer com que os alunos melhorassem seu desempenho e se interessassem mais pelo assunto estudado. Ainda de acordo com os resultados, afirmam que alguns objetivos da abordagem CTS pareceram ter sido atendidos, entre eles:

[...] exercício da comunicação oral e escrita e do pensamento lógico e racional para a solução de problemas forçando o posicionamento individual, a valorização da tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo em atividades grupais, o exercício da responsabilidade social através da discussão da ética na tomada de decisão e da relação custo-benefício do progresso científico, o exercício da cidadania trazendo à tona uma decisão integralmente tomada por membros da sociedade, a flexibilidade cognitiva no envolvimento de diferentes aspectos da Ciência e o incremento do interesse em atuar em questões sociais através da verificação dos resultados dessas decisões no cotidiano mundial. p 273

Outro trabalho que trata do desenvolvimento e análise de atividades CTS em sala de aula é o de Angotti et al (2001). Os autores apresentam e analisam uma proposta construída via investigação-ação, no ensino formal de física, relacionada à utilização de equipamentos tecnológicos como geradores de reflexão, indagação e conscientização. Os autores atentam para o fato de que é crença de senso comum acreditar que o desenvolvimento da tecnologia e seu uso nos trarão melhores condições de vida.

De acordo com os autores, o ensino de física, quando não leva em consideração a reflexão crítica sobre o fazer e utilizar a tecnologia, agiria de forma a não contribuir com o desenvolvimento da cidadania e ainda consideram que práticas de ensino não reflexivas seriam geradas por políticas e gestões guiadas por lógicas que manteriam e fortaleceriam exclusões.

Ainda com relação aos artigos que tratam do desenvolvimento e análise de atividades CTS em sala de aula, temos o de Andrade e Carvalho (2002). O tema do trabalho desenvolvido foi *Projeto Pró-Álcool* e procuraram analisar as idéias e concepções dos alunos sobre relações

CTS. O objetivo do estudo seria investigar se os alunos identificariam a existência de relações complexas entre ciência, tecnologia e sociedade; quais seriam seus posicionamentos frente ao impacto causado pelo desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e ainda de que forma questões dessa natureza poderiam ser tratadas em atividades de Ensino de ciências.

De acordo com os autores, a utilização da abordagem CTS no ensino de ciências estaria em consonância com os parâmetros curriculares nacionais. Afirmam ainda que apesar das recomendações que o ensino de ciências contemple relações CTS, a escola ao invés de proporcionar a compreensão das complexas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, continuaria a apresentar a ciência como um conhecimento finito e isolado da sociedade, gerando concepções de que a ciência e a tecnologia seriam conhecimentos fixos e imutáveis ou de que haveria dependência da sociedade com relação à tecnologia.

Os autores apresentam algumas das idéias dos estudantes sobre ciência, tecnologia e sociedade que puderam ser encontradas no desenvolvimento das atividades, entre elas: a tecnologia poderia contribuir tanto para a resolução de problemas sociais quanto para seu agravamento; a tecnologia estaria ligada ao desenvolvimento de máquinas e instrumentos facilitadores da vida; o tecnológico seria visto como algo novo, moderno, ou ainda estaria ligado ao desenvolvimento ou progresso com relação ao passado; alguns dos alunos relacionariam, de forma não específica, aspectos negativos com o desenvolvimento científico-tecnológico; admitiriam influências políticas e ideológicas na produção do conhecimento científico e interferência específica de aspectos econômicos, afirmando até que o trabalho científico não é movido apenas pela produção de conhecimento, mas também por rentabilidade e ainda admitiriam uma possível ação política da população.

Finalizando os trabalhos que tratam do desenvolvimento e análise de atividades CTS em sala de aula, temos Gouvêa e Leal (2001). Preocupados com as relações entre ensino formal e não formal, apresentam uma análise de narrativas de crianças e professores em sala de aula e em um museu de ciências, focalizando aspectos relacionados ao movimento CTS e à alfabetização científica, de forma a identificar semelhanças e diferenças entre as duas situações.

Ao discutirem a educação em uma perspectiva CTS, apontam alguns princípios e recomendações, entre eles que: a abordagem CTS deveria atender tanto à formação do cidadão quanto a formação daqueles que aspiram às profissões científicas; a formação do educador em CTS deveria ser cientificamente sólida e a educação CTS deveria ser feita pelo professor de ciências porém com características interdisciplinares. Também apontam que o

ensino CTS propiciaria o desenvolvimento de atitudes que possibilitam focar e solucionar problemas de aplicação de tecnologia na sociedade, devendo se sustentar em sólidas bases sociais e morais e compreendendo as relações com o ambiente. Afirmam ainda que as idéias científicas dependeriam da época e dos contextos culturais, morais, espirituais e sociais de seu desenvolvimento.

As autoras identificam diferenças significativas entre os espaços formal e não formal, com relação às estratégias de trabalho e ao tratamento de conteúdos, de forma que o museu pareceu estar mais próximo da relação ciência e cultura do que a sala de aula. As autoras destacam que o museu pode contribuir com o ensino realizado nas escolas.

A partir dessa revisão bibliográfica observamos, no que se refere às dificuldades de implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro, que as pesquisas apontam que as concepções relacionadas: a relações CTS, a política e a educação (no caso dos professores) e as duas primeiras (no caso dos alunos) não estariam em concordância com as concepções do movimento. As pesquisas apontam ainda dificuldades relacionadas às condições de trabalho do professor e sua formação. Destacamos que com relação às condições de trabalho, estariam incluídas questões como o vestibular, a não modificação dos currículos do ensino de física e ainda a escassez de material didático apropriado.

Com relação aos objetivos da abordagem CTS no ensino de ciências, observamos que estariam voltados à educação para a cidadania, o que, de acordo com os autores, se daria através do letramento ou alfabetização científica e do desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes.

Muitos dos trabalhos também apontam para a necessidade de modificar a visão de alunos e professores, sobre a natureza da ciência e suas relações com outras áreas do conhecimento e da sociedade. Alguns dos autores criticam o ensino baseado em aulas expositivas, memorização e ainda o ensino internalista e conteudista, pois não possibilitaria que fossem atingidos os objetivos propostos pelo movimento CTS.

Observamos ainda que a mídia é citada em alguns dos trabalhos revisados. Os autores apontam que ela seria um dos principais formadores de opinião e muitas vezes divulgaria concepções de C&T e suas relações entre si e outras áreas não concordantes com o movimento.

Com relação aos conteúdos e formas de trabalho, observamos que alguns dos artigos defendem a utilização da história e filosofia da ciência e alguns consideram que as atividades com abordagem CTS deveriam ser interdisciplinares. Em geral os artigos revisados defendem

formas de trabalho que coloquem o estudante ativo no processo de ensino e aprendizagem de maneira a desenvolver suas capacidades e habilidades. Destacamos que um dos trabalhos revisados referia-se ao tema *Projeto Manhattan*, contemplando questões ligadas à física nuclear.

## ii. História da Ciência

Iniciamos a revisão bibliográfica da abordagem apresentando artigos que refletem sobre a história da ciência no ensino de ciências, dando recomendações ou apresentando propostas para sua utilização no ensino (Arruda et al, 2004; Silveira e Peduzzi, 2006; Lilian Martins, 2005; Arriasecq e Greca, 2002; Almeida, 2004; Martins, 2001; Batista, 2004). Alguns dos artigos revisados tratam da apresentação de propostas com resultados de aplicação em sala de aula (Guerra e Reis, 2004; Köhnlein e Peduzzi; 2005; Magalhães et al., 2002; Guridi e Arriasecq, 2004). Alguns dos trabalhos revisados correspondem a subsídio ou referência de consulta ao professor, entre eles publicações de história da ciência (Dias, 2001; Peduzzi e Basso, 2005; Silva e Martins, 2003; Martins, 2004; Dias e Martins, 2004; Mattos e Hamburger, 2004; Melo e Peduzzi, 2007). Dois dos trabalhos se referem à história da ciência no contexto da formação do professor (Duarte, 2004; Gatti et al, 2004). Finalizamos a revisão apresentando um trabalho que se preocupa com as concepções de alunos sobre a história da ciência (Neves e Savi, 2000).

O primeiro trabalho que apresenta uma reflexão sobre a história da ciência no ensino de ciências, dando recomendações ou apresentando propostas para sua utilização no ensino, é de Arruda et al. (2004). Os autores utilizam exemplos retirados da história da ciência para discutir algumas relações entre a psicanálise e a aprendizagem significativa. Eles pretendem, com essa discussão, contribuir para a reflexão sobre um conflito que dizem estar presente na educação em ciências: promover o aprendizado de uma cultura tradicional ou fomentar a elaboração de algo novo.

Outro artigo que procura refletir sobre a história da ciência no ensino de ciências, dando recomendações ou apresentando propostas para sua utilização no ensino, é de Silveira e Peduzzi (2006). Os autores examinam o papel da experimentação em três episódios da história da ciência (gênese da física de Galileu, gênese da teoria da relatividade restrita e a gênese do modelo atômico de Bohr), através de dois enfoques: um com base na epistemologia empirista e outro baseado na filosofia da ciência contemporânea. Os autores discutem a perspectiva empirista da epistemologia e como ela enxergaria cada um dos episódios,

analisam trechos de documentos históricos de maneira a combater a idéia de que em tais episódios as leis e teorias científicas teriam sido obtidas a partir da observação e da experimentação. Procuram assim criticar a história empirista e em contrapartida mostrar que existe uma outra história da ciência, muito mais rica e complexa, sobre a produção do conhecimento científico e que apresenta uma interpretação mais realista e humana da história do conhecimento científico.

Ainda tratando de reflexões sobre a abordagem, LÍlian Martins (2005) enuncia algumas orientações para quem pretende produzir trabalhos em história da ciência ou mesmo professores que utilizam a abordagem, principalmente no que diz respeito à seleção de trabalhos e identificação de seus erros. A autora considera que um estudo completo em história da ciência englobaria tanto uma abordagem histórica internalista quanto uma abordagem externalista.

Ainda com relação a trabalhos que refletem sobre a utilização da abordagem no ensino de ciências temos Arriasecq e Greca (2002). As autoras defendem, a partir de pontos de vista da história e filosofia da ciência, a introdução da teoria da relatividade especial no ensino secundário. O objetivo do artigo é apontar aspectos que deveriam ser contemplados pelo livro didático com relação ao tema. Pretendem também contribuir com os professores que queiram fazer tal introdução, apresentando contextos da teoria do ponto de vista histórico, filosófico e epistemológico.

Outro artigo relacionado à utilização da história da ciência no ensino é Almeida (2004). A autora procura refletir sobre a natureza do discurso, que permitiria que se falasse em abordagem histórica no ensino de ciências. Para tal discute as noções de história e historicidade, procurando dirigir seu olhar para diferentes perspectivas na produção de conhecimento na história. Em seguida, discute as noções de discurso científico e interdiscurso, e conclui que a compreensão de discursos referentes à ciência poderia ser facilitada pela narrativa histórica.

Outro artigo que trata de reflexões sobre a abordagem histórica no ensino de ciências é Martins (2001). O autor afirma que apesar da história da física atrair pesquisadores, principalmente nas últimas décadas, devido à sua utilização no ensino, nem sempre as publicações são de bom nível. O autor procura mostrar alguns requisitos necessários para se produzir trabalhos de boa qualidade em história da ciência. Ele aponta erros que considera banais cometidos em publicações em história da ciência, relacionados à física aristotélica.

Ainda sobre artigos que apresentam reflexões sobre a utilização da abordagem, Batista (2004) preocupa-se com as contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de física, principalmente no que diz respeito ao auxílio destas disciplinas para lidar com aspectos cognitivos no aprendizado científico e concepções prévias dos alunos. A autora procura estabelecer um referencial que leve em consideração teorias sobre estruturas conceituais e aprendizagem significativa e ainda que leve em consideração as contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de física. O artigo discute a construção de teorias e explicações científicas e os elementos que as estruturam, articulam e dinamizam, procurando construir um modelo que auxilie o ensino de física. Apresenta ainda um exemplo de estudo relacionado ao *decaimento beta* mediante a estrutura estabelecida.

A autora afirma que aprender física implica aspectos que podem ser difíceis para os alunos, como abstração, interpretação e reflexão. Para ela, haveria paralelos entre: história e filosofia da ciência, estruturas cognitivas e concepções prévias dos estudantes.

Dentre os artigos revisados, alguns apresentam propostas de utilização da abordagem no ensino de física e os resultados de aplicação em sala de aula. Esse é o caso de Guerra e Reis (2004), que apresentam uma proposta curricular para abordagem histórico-filosófica do eletromagnetismo em salas de aula do ensino médio no Rio de Janeiro. No desenvolvimento da proposta curricular apresentada, os autores afirmam que buscaram um equilíbrio entre o estudo aprofundado de história e filosofia da ciência e a especificidade do ensino de ciências. Nos resultados, afirmam que os alunos mostraram-se bastante motivados com o trabalho, discutindo cada vez mais, conforme as aulas se desenvolviam, colocando inclusive questões que os afligiam pessoalmente, como, por exemplo, relacionadas à ciência e à fé. Afirmam que a proposta permitiu que os estudantes enxergassem a ciência como parte da cultura e desenvolvessem um olhar crítico com relação à mesma. Afirmam ainda que a proposta possibilitou a abordagem do que chamam de questões técnicas internas à ciência e questões externas relacionadas a preocupações filosóficas de épocas específicas

Köhnlein e Peduzzi (2005) apresentam um módulo didático centrado em temática histórico-filosófica da teoria da relatividade restrita, no qual foram desenvolvidas atividades diferentes das usuais no ensino médio, como por exemplo a elaboração de histórias em quadrinhos. A partir dos resultados afirmam que a unidade apresentou-se como uma estratégia bastante positiva envolvendo os alunos em discussões em sala de aula e promovendo seu interesse em relação a conteúdos históricos e filosóficos. Quanto à visão sobre a natureza da

ciência e do trabalho científico afirmam que a mudança dos estudantes mostrou-se favorável e significativa.

Ainda com propostas testadas em sala de aula, Magalhães et al. (2002) preocupam-se com o ensino e aprendizagem dos conceitos de *campo elétrico e magnético*. O objetivo do artigo é apresentar uma proposta para o ensino desses conceitos inspirada na teoria da aprendizagem significativa e história da física. A proposta levou em consideração as concepções dos alunos, obtidas a partir de um questionário prévio e a história da física que, de acordo com os autores, serviria como elemento facilitador de uma aprendizagem significativa. Na apresentação da proposta, os autores catalogam eventos, questões e problemas que foram significativos para a formulação e fundamentação de conceitos relacionados ao eletromagnetismo. Os autores afirmam que os resultados obtidos indicaram uma melhoria no entendimento dos conceitos pelos estudantes.

Outro artigo que apresenta propostas com resultados em sala de aula é o de Guridi e Arriasecq (2004). As autoras afirmam que a pesquisa em ensino tem avançado no que diz respeito ao embasamento teórico para incorporação da história e filosofia da ciência no ensino de ciências, porém são poucas as propostas de como fazer testadas em sala de aula. Procuram apresentar uma proposta concreta de introdução da história e filosofia da ciência, em sala de aula no ensino médio, tendo como tema *Modelo Atômico de Bohr*. Também apresentam os recursos utilizados no trabalho em sala de aula, as concepções que esperam dos alunos, atividades desenvolvidas e as formas de avaliação. Finalmente, afirmam que ao colocarem em prática algumas das propostas do artigo, os estudantes envolveram-se em discussões fervorosas sobre determinadas questões.

Encontramos também trabalhos produzidos em história da ciência que, além de apresentarem discussões sobre sua utilização no ensino, contêm subsídios para utilização e abordagem de determinados assuntos em sala de aula, como é o caso de Dias (2001). A autora apresenta um estudo de caso relacionado à teoria do calor para exemplificar como a história da ciência pode ser utilizada para melhorar a compreensão dos fundamentos da física. A autora afirma que nem todos os modos de se fazer história da ciência servem para o aprendizado de conceitos ou servem aos fundamentos da ciência. Ao dar exemplos, ela afirma que certos conceitos, hoje considerados banais devido ao uso ao longo do tempo, tiveram que ser bastante discutidos para serem aceitos na época de sua gênese e, sem o estudo dessas discussões, os conceitos se tornariam de certa forma ‘mágicos’.

Ainda sobre artigos que apresentam subsídios de como utilizar a história da ciência, encontramos Peduzzi e Basso (2005), que se preocupam com a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Os autores apresentam um texto sobre o *Átomo de Bohr* voltado para professores do ensino médio, procurando oferecer uma alternativa à abordagem empirista para fundamentar as discussões sobre o assunto em sala de aula. Eles submeteram o texto à avaliação de professores, que compreenderam e ressaltaram a insuficiência da abordagem empírico indutivista, criticaram alguns de seus aspectos e deram sugestões para seu aprimoramento.

Também em um artigo que apresenta subsídios para a utilização da história da ciência, Silva e Martins (2003) discutem o trabalho de Newton sobre *luz e cores*, mostrando um exemplo de como a história da ciência poderia ser utilizada em sala de aula e fazendo advertências com relação a possíveis usos inadequados. Os autores afirmaram que a utilização da abordagem depende dos objetivos pedagógicos e do tipo de estudante em questão. Para eles, se o objetivo do professor for ensinar ciência através de sua história, os detalhes técnicos devem ser apresentados e não apenas a história da ciência externalista, deixada para o caso em que o objetivo do ensino seja não o aprendizado da ciência em si, mas de suas relações com aspectos sócio-culturais e relações entre desenvolvimento técnico e científico.

Em outro trabalho, Martins (2004) procura elucidar a descoberta da radioatividade através da exposição desta e seu contexto científico vista pela história da física. O autor afirma que as hipóteses que guiaram os cientistas envolvidos com a descoberta da radiação impediram que eles percebessem que se tratava de um novo fenômeno. Suas idéias prévias sobre o fenômeno os teriam guiado em suas pesquisas.

Ainda se tratando da produção de textos em história da ciência, Dias e Martins (2004) preocupam-se com os modos como ela é produzida e utilizada no ensino de ciências. Nesse artigo procuram apresentar, a partir da história das pesquisas de Faraday (que contribuíram para a fundamentação do eletromagnetismo), um exemplo não recomendado de simplificação da história da ciência. Tendo como fonte de consulta os próprios trabalhos do cientista, apresentam características de sua vida e obra que, segundo os autores, não estariam de acordo com aquelas usualmente apresentadas didaticamente.

Ainda sobre trabalhos relacionados à produção de textos em história da ciência, temos Mattos e Hamburger (2004). Os autores afirmam que a apresentação da evolução das idéias científicas pode ser usada como instrumento de aprendizagem de conteúdos específicos e para ressaltar como conteúdos se articulam entre disciplinas. Para exemplificar, apresentam o

problema do *demônio de Maxwell* e seus desdobramentos possíveis para diversas áreas, como a biologia e a teoria da informação.

Também tratando de subsídios para o professor em história da ciência, temos o artigo de Melo e Peduzzi (2007), que exploram um diálogo entre a filosofia e a história através de uma análise da evolução das teorias físicas sobre a *natureza da luz*, com base na filosofia histórica de Bachelard.

Alguns dos artigos revisados dão atenção especial para a utilização da história da ciência por professores e sua inserção na formação do professor. Esse é o caso do artigo de Duarte (2004), que procura levantar implicações para a formação do professor no que diz respeito ao uso da história da ciência. A autora investiga práticas de professores e análises de suas percepções com relação à sua formação e a importância da história da ciência, além de analisar os currículos de ciências em Portugal.

Outro trabalho que se preocupa com a história da ciência e a formação do professor é o de Gatti et al. (2004). Os autores apresentam uma proposta de trabalho sobre o tema *Atração Gravitacional* destinada aos docentes de física que atuam no ensino médio e desenvolvida na disciplina prática de ensino de física. O objetivo dos autores é refletir sobre como a evolução histórica dos modelos de atração entre corpos, tendo como pano de fundo a evolução dos modelos de mundo, pode auxiliar na formação inicial do docente de física.

Por fim Neves e Savi (2000) preocupam-se com a questão das idéias alternativas dos estudantes e do papel do ensino na modificação dessas idéias. Desenvolveram um questionário com estudantes de graduação em engenharia e matemática e pós-graduação em física para compreender suas concepções e conhecimentos sobre história da física. Afirmam que, de acordo com a pesquisa, fica evidente que o ensino médio não é suficiente para que os alunos rompam com concepções de senso comum. Entre outros motivos, acreditam que isso se dá pela exclusão de uma abordagem histórica no ensino. Afirmam que os resultados da pesquisa são desalentadores, pois os alunos desconhecem conceitos, períodos e personagens que definiram grandes paradigmas da ciência.

A partir dessa revisão, observamos que a questão das concepções alternativas é encontrada em diversos dos artigos acima citados. Por exemplo, alguns afirmam que haveria paralelos entre as concepções de estudantes com concepções de cientistas ao longo da história da ciência. (Arruda et al, 2004; Almeida, 2004; Batista, 2004; Assis e Teixeira, 2003; Duarte, 2004; Gatti et al., 2004). Outros trabalhos pesquisam concepções de estudantes ou apresentam

propostas que considerariam as concepções dos estudantes na elaboração. (Magalhães et al., 2002; Guridi e Arriasecq, 2004; Gatti et al., 2004; Neves e Savi, 2000).

Observamos que alguns dos artigos revisados fazem críticas ao ensino de ciências tradicional, à formação de professores, livros didáticos, divulgação científica ou artigos de história da ciência pelo fato de que: em muitos casos, contribuem com a disseminação de uma visão equivocada da ciência, muitas vezes empírico indutivista, com racionalismo exagerado e já abandonada por filósofos e historiadores atuais; não contextualizam adequadamente os temas; tratam conceitos científicos de forma superficial; apresentam a história da ciência como um conjunto de fatos curiosos, a ciência como um processo linear e acumulativo e os cientistas como mitos; ou ainda priorizam os produtos finais da ciência; ou simplesmente não contemplam a história e/ou filosofia da ciência gerando dificuldades nos alunos, impossibilitando a compreensão da natureza da ciência ou impossibilitando que suas idéias sejam confrontadas pelo ensino (Silveira e Peduzzi, 2006; Martins, 2001; Köhnlein e Peduzzi, 2005; Guridi e Arriasecq, 2004; Peduzzi e Basso, 2005; Silva e Martins, 2003; Martins, 2004; Melo e Peduzzi, 2007; Mattos e Hamburger, 2004; Dias e Martins, 2004; Melo e Peduzzi, 2007; Batista, 2004).

Os artigos apontam também as vantagens e justificam a possibilidade de utilização da abordagem histórica no ensino: para alguns autores o trabalho com a abordagem histórica permitiria que os alunos compreendessem as dificuldades e obstáculos que foram superados na produção de teorias científicas; poderiam facilitar a percepção de que a ciência implica em atividade humana e não de super gênios; que os cientistas utilizam ferramentas lógicas, metodológicas, epistemológicas presentes em sua época e muitas vezes diferentes das atuais; permitiria a compreensão de por que uma proposição seria considerada comprovada e como se relacionaria com outras proposições na física; permitiria a compreensão do processo de construção da ciência e reflexão sobre sua natureza; a superação da idéia de uma ciência construída por meio de descobertas de verdades inquestionáveis; a compreensão de que o desenvolvimento da ciência se dá por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas relacionados com contextos sociais, culturais, filosóficos e tecnológicos; a compreensão de como e por que os conceitos são criados e seus significados; poderia ainda gerar atitudes positivas nos alunos com relação à ciência; permitiria a percepção das semelhanças entre o conhecimento de senso comum e o científico ao longo da história, auxiliando na mudança conceitual; promoveria o aprendizado ao invés da crença científica e poderiam contribuir para uma visão mais crítica e humana da gênese e desenvolvimento científico (Arriasecq e Greca,

2002; Almeida, 2004; Batista, 2004; Guerra e Reis, 2004; Köhnlein e Peduzzi, 2005; Guridi e Arriasecq, 2004; Assis e Teixeira, 2003; Dias, 2001; Silva e Martins, 2003; Mattos e Hamburger, 2004; Martins, 2004; Dias e Martins, 2004; Duarte, 2004; Gatti et al 2004).

Alguns desses artigos justificam a utilização da história da ciência argumentando que auxiliaria o desenvolvimento da cidadania, possibilitando a tomada de decisões mais crítica sobre temas científicos e tecnológicos (Guerra e Reis, 2004; Guridi e Arriasecq, 2004; Duarte, 2004).

Alguns dos autores defendem a utilização de originais de cientistas em sala de aula, como é o caso de Almeida (2004), Guridi e Arriasecq (2004) e Mattos e Hamburger (2004).

Também notamos que os conteúdos tratados nessas publicações são os mais variados dentre as seguintes áreas: mecânica, ótica, eletromagnetismo, física térmica e Física Moderna e Contemporânea, sendo que na área de Física Moderna e Contemporânea dois se referem à relatividade e quatro à física nuclear.

### **iii. Linguagens no Ensino de Ciências**

Iniciamos a revisão a seguir apresentando trabalhos que tratam da utilização de imagens no ensino de ciências (Otero et al., 2002; Silva et al., 2006). Em seguida apresentamos trabalhos relacionados ao funcionamento de textos no ensino de ciências (Pandiella et al., 2004; Martins et al., 2004; Almeida e Mozena, 2001; Benjamin e Teixeira, 2001; Andrade e Martins, 2006). Por fim, apresentamos trabalhos que tratam de interações discursivas em sala de aula (Monteiro e Teixeira, 2004; Aguiar Jr. e Mortimer, 2005; Sepulveda e El-Hani, 2006; Lima e Carvalho, 2003; Nascimento et al., 2006).

Dentre os artigos revisados, alguns tratam da utilização das imagens no ensino de ciências, como é o caso do trabalho de Otero et al. (2002). Os autores se preocupam com a utilização de imagens agindo na construção de representações mentais dos estudantes, especificamente aquelas presentes em livros didáticos de física. Utilizam como referencial a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird e a teoria da aprendizagem significativa. Os autores supõem que a construção de modelos mentais poderia ser influenciada por outras representações externas além dos discursos.

Sobre a utilização de imagens no contexto do ensino de ciências, os autores afirmam que, no início do século XX, havia dificuldades relacionadas aos meios tecnológicos da indústria editorial. Essa situação teria se modificado a partir de meados do mesmo século, quando a massificação dos suportes tecnológicos permitiu uma “cultura da imagem”. Os autores

afirmam que nos dias atuais recursos multimídia têm importância fundamental. Essa massificação de suportes e a crença, ligada aos recursos de marketing, sobre as vantagens dos recursos visuais, de acordo com os autores, teria também causado impactos na edição e utilização de livros didáticos.

Otero et al. (2002) afirmam que um dos parâmetros do professor para adoção de livros seria a quantidade e a qualidade das imagens, no entanto não é possível afirmar que esta superabundância de imagens contribuiria para o desempenho dos estudantes. Sendo assim procuram analisar em seu trabalho a relação das imagens com a construção dos modelos mentais.

De acordo com os resultados, as imagens seriam usadas com base na concepção de que seriam evidentes/transparentes. Os desenhos e fotografias seriam utilizados com fins estéticos/motivadores, enfatizando aspectos perceptivos e ignorando as dificuldades de representação interna de conhecimento. Observam que o nível a que se dirige o texto está associado às características da imagem e de sua relação com o texto: quanto menor o nível educativo mais se usa a imagem e mais se espera que ela seja auto-explicativa. Os autores afirmam que o uso das imagens em livros didáticos não estaria em consonância com resultados recentes de investigações cognitivas e de re-significação no papel da imagem em práticas discursivas.

Outro artigo que se preocupa com a utilização de imagens no ensino de ciências é o de Silva et al. (2006). Preocupados com o papel do professor na mediação de imagens em sala de aula e na importância destas para o processo de ensino e aprendizagem, desenvolveram um trabalho em um curso de formação continuada para professores de ciências e matemática no qual procuravam retrabalhar sentidos atribuídos pelo professor para a imagem e sua utilização em sala de aula. Durante o curso procuraram fazer com que os professores vivenciassem uma relação com as imagens diferente da cotidiana, esta última estaria associada à ideologia da transparência e se constituiria a partir do contexto cultural e social.

De acordo com os autores, avanços tecnológicos recentes intensificaram a utilização de imagens tanto no dia-a-dia quanto nos recursos didáticos do ensino médio.

Assim como no artigo anterior os autores afirmam que a escolha do professor para tais recursos estaria relacionada à quantidade e qualidade da imagem. No entanto, afirmam ainda que apesarem das imagens serem utilizadas elas seriam pouco trabalhadas em sala de aula, provavelmente indicando que para os professores elas fariam por si.

Para os autores as imagens seriam importantes no ensino de ciências porque potencializariam a compreensão de conceitos. No entanto, alertam que a compreensão da imagem não seria imediata e precisaria do auxílio do professor. Afirmam, com base na análise de discurso (na mesma vertente que a utilizada neste trabalho), que a imagem não seria apenas meio de transmissão de informação, mas participaria do processo de produção de sentidos.

Os professores em formação afirmaram ter mudado de postura com relação às imagens, considerando que elas não seriam transparentes, já que eles próprios teriam produzido múltiplos sentidos para as imagens e que sua leitura demandaria outros conhecimentos para além delas. Ao se colocarem na posição de alunos, reconheceram a necessidade de analisar as imagens e observarem seus detalhes, consideraram então importante ouvir as idéias e interpretações dos alunos com relação às imagens. Os professores afirmaram ainda que a escolha das imagens deveria ser cautelosa. Consideraram finalmente que imagens em livros didáticos poderiam conter erros conceituais.

Outros artigos revisados se preocupam com o funcionamento de textos no ensino de ciências, como é o caso do trabalho de Pandiella et al. (2004). As autoras desenvolvem uma pesquisa com alunos de ensino médio na qual analisaram seus registros escritos quando utilizadas três estratégias leitoras: resumo, idéia principal e título. As autoras procuram levantar características de dois textos de física e relacioná-las com a compreensão de estudantes ao utilizarem as três estratégias citadas.

De acordo com as autoras, o conhecimento científico no livro didático é adaptado para o ensino e muitas vezes consistiria de conteúdo conceitual e repertório de exemplos, atividades e problemas. Afirmam que os estudantes adquirem conhecimentos mediante sua leitura e que muitas vezes ele é o principal instrumento pedagógico do professor.

Sobre a leitura as autoras afirmam que depende tanto das características do texto quando do leitor. No que diz respeito ao leitor, as autoras discutem as estratégias que ele utilizaria para facilitar a compreensão do texto, entre elas o resumo, elaboração de idéia principal, e atribuição de título.

De acordo com os resultados, o desempenho obtido pelos alunos com o trabalho com um texto ordenado com estrutura de indução, que descrevia e generalizava casos, foi baixo. Já o desempenho obtido pelos alunos com o trabalho com um texto que desenvolvia o tema através de uma superestrutura de dedução; apresentando uma situação, estabelecendo uma lei geral e aplicando essa lei a casos particulares; foi melhor do que com o primeiro texto. Com respeito à informação gráfica, o texto com estrutura de indução apresentava ilustrações figurativas que

não estavam indicadas no texto; já o texto com estrutura de dedução referenciava quase todas as ilustrações e incluía ilustrações mistas em que apareciam tanto elementos figurativos quanto simbólicos. As autoras afirmam que essa maior interação entre informação verbal e gráfica no texto com estrutura de dedução pareceu favorecer a compreensão dos alunos. A partir desses resultados, concluem que os docentes precisariam ser cuidadosos na seleção dos textos, levando em consideração que estes influenciam na compreensão dos alunos.

Outro artigo que se preocupa com o funcionamento de textos no ensino de ciências é Martins et al. (2004). Pesquisando o funcionamento de textos em sala de aula, os autores realizaram um estudo de caso em uma aula de biologia de um curso supletivo cujo tema era *Clonagem*. Utilizam referenciais que se preocupam com a contribuição de abordagens comunicativas para as análises de interações em sala de aula e que exploram as relações entre discursos e textos, considerando-os como sócio-históricos.

Com relação aos textos de divulgação científica afirmam que poderiam ser usados em cursos de formação de professores com o tema de Física Moderna e Contemporânea visando sua futura inserção em sala de aula. Também apontam que a utilização deste tipo de texto é recomendada pelos parâmetros curriculares nacionais. No entanto, como os textos de divulgação não são dirigidos à sala de aula, acreditam que é necessária sua recontextualização de forma a considerar condicionantes como duração fixa das aulas, compromissos com programas de curso, necessidade de avaliação, entre outros. Afirmam também que a presença do professor é fundamental como mediador, transformando os conteúdos do texto original por meio da seleção e destaque para conteúdos básicos e de caráter geral; adequando-os para o contexto em sala de aula e planejando atividades de leitura com utilização conjunta de outros tipos de textos. Para os autores, o texto de divulgação agiria como elemento estruturador; ajudando a motivar perguntas e organizar explicações, a desencadear debates, a possibilitar a aquisição de novas práticas de leitura e a estabelecer relações com o cotidiano dos alunos.

Ainda tratando do funcionamento de textos no ensino de ciências, temos Almeida e Mozena (2001). Preocupadas com o funcionamento da leitura no contexto escolar, desenvolvem uma unidade de ensino com o tema *Luz e Outras Formas de Radiação* com alunos da oitava série do ensino básico. O referencial em que se apóia o trabalho tem contribuições de teorias de Kuhn, Bachelard e da Análise de Discurso (na mesma vertente que a utilizada neste trabalho). Procuram evidenciar elementos do funcionamento da leitura de textos em linguagem comum e da leitura como mediadora da produção de significados sobre o conhecimento da física.

De acordo com as autoras, a leitura é importante para o cidadão, pois possibilitaria o exercício da visão crítica, a partir do momento que permite pontos de vista diversos de um determinado assunto. Dada a importância da leitura e devido ao fato de que leituras de disciplinas diversas, têm sua especificidade, afirmam que ensinar a ler não deve ficar a cargo de apenas um professor.

Também criticam a apresentação da ciência de forma acabada no ensino, sem a consideração de seus processos. A apresentação dos processos da ciência seria possível, de acordo com as autoras, através da leitura de originais de cientistas. Criticam o uso exclusivo dos manuais didáticos no ensino fundamental sob o mesmo aspecto, ou seja, por sua característica de apresentação apenas dos resultados da ciência. Afirmam que a leitura exclusiva do livro didático no ensino não despertaria o gosto dos alunos pela leitura. Consideram que é necessária a familiarização dos estudantes com outras leituras que lhes propiciem o acesso a informações relevantes e escolhidas de forma a considerar as dificuldades dos estudantes, dada a especificidade do texto e a história de leitura dos mesmos. Afirmam que os textos de física, por sua linguagem às vezes abstrata, causam dificuldades de compreensão nos alunos.

A partir dos resultados, puderam identificar a evolução dos conhecimentos dos alunos. A conexão entre os textos possibilitou que os estudantes construíssem relações intertextuais. As autoras observam que os alunos também faziam generalizações indesejadas, fato possivelmente ligado, de acordo com elas, à ausência de informações necessárias em alguns dos textos. Observaram que um dos textos utilizados permitiu duas leituras diversas, dada a diversidade de respostas dos alunos em questões relativas ao mesmo. Afirmam que as questões relacionadas aos textos influenciariam o modo de leitura dos estudantes.

Novamente sobre trabalhos que tratam do funcionamento de textos no ensino de ciências, temos Benjamin e Teixeira (2001). Os autores preocupam-se com o ensino e aprendizagem do conceito de energia, que consideram um dos mais importantes e unificadores conceitos da física clássica. Afirmam que no entanto muitas das concepções dos alunos sobre o tema seriam as de senso comum. Desenvolvem atividades com alunos da primeira série do ensino médio centradas na leitura de um livro paradidático sobre energia e meio ambiente. Os objetivos da atividade foram: possibilitar que os alunos compreendessem as noções de transformação e conservação de energia; promover a conscientização da problemática ambiental através da leitura do livro e motivar o aluno à busca de novas fontes de informações, tendo para isso o livro como mediador.

Procuram, no artigo, avaliar os efeitos da leitura do texto sobre a mudança de postura dos estudantes em relação a aspectos considerados fundamentais para a construção da cidadania e de noções de energia.

De acordo com os resultados, as maiores mudanças de postura dos estudantes se relacionaram com a conscientização da problemática ambiental. Com relação a este ponto os alunos apresentaram algumas reflexões, compreensão e uma evolução significativa. Acreditam que isso provavelmente ocorreu porque a leitura não foi dirigida pelo professor e o foco de leitura dos alunos foi a questão ambiental. Os autores supõem que por este mesmo motivo, poucos alunos mostraram compreender as noções de conservação e transformação de energia como conceitos fundamentais da física. Atribuem os diferentes níveis de evolução da leitura ao processo de produção/atribuição de significados e a história de leitura de cada sujeito. Acreditam que a pouca reflexão nas redações elaboradas pelos alunos seja consequência da falta de hábito dos mesmos em colocarem suas opiniões durante as aulas de física.

Silva (2006), utilizando teorias de Bakhtin como referencial teórico e a literatura de Ítalo Calvino como exemplo, procura pensar a literatura como um espaço onde diversos campos se cruzam, levando à reflexão sobre as delimitações entre áreas presentes no ensino. Considera ainda que a literatura, como de Calvino, que convida um cientista ao reino da ficção e os leitores de literatura ao universo das ciências, é um ótimo meio para desconstruir a separação estanque entre discursos, como, por exemplo, o científico e o literário.

Almeida et al. (2001) procuram estudar o funcionamento da leitura em sala de aula, pensando sua mediação como meio de acesso à cultura científica. Preocupam-se com a importância da formação do leitor para sua cidadania através do desenvolvimento da capacidade crítica, propiciada pela memória de leitura. Consideram ainda a importância da leitura para a compreensão dos modos como a ciência é produzida. Para isso os autores analisam a leitura em seis episódios de ensino, tanto no ensino médio quanto na universidade, focando suas condições de produção. Procuram apresentar indícios da exterioridade como constitutiva dos discursos escolares, deslocamentos de linguagem, efeitos de sentido e necessidade do outro na mediação conceitual pela leitura.

Para finalizar os trabalhos que tratam do funcionamento de textos no ensino de ciências temos Andrade e Martins (2006). Preocupadas com a questão da leitura, realizam entrevistas individuais com professores do ensino médio planejadas e analisadas à luz da análise de discurso (na mesma vertente que a utilizada neste trabalho). Investigam os sentidos que

professores de física, química e biologia, que atuam em uma escola federal de nível médio e técnico, atribuem à leitura. Procuram a partir daí estabelecer relações entre a leitura e o ensino de ciências. Pretendem explorar tais relações e suas conseqüências para o ensino e a aprendizagem de ciências e o papel do professor como formador de leitores e mediador da leitura no espaço escolar. Espaço este de acordo com as autoras em que se constroem sentidos e práticas de leitura.

As autoras afirmam que as concepções do professor sobre leitura são importantes, já que influenciam na mediação dessa prática em sala de aula. Tais concepções poderiam ser originadas a partir de pesquisas acadêmicas, do contexto escolar, do senso comum, da mídia, da família, gerando imagens da leitura que atravessam o seu discurso e influenciam os sentidos atribuídos à mesma.

De acordo com as autoras, a formação do sujeito-leitor poderia ser considerada como um dos objetivos da educação em ciências. Afirmam ainda que as diretrizes curriculares nacionais recomendam o estímulo de atividades com texto.

Observam que os sentidos de leitura apresentados pelos professores relacionam-se com: a importância da leitura no que diz respeito a sua própria transformação (algo que elevaria sua condição humana e promoveria mudança) e inserção social (a leitura como fundamental para o seu desenvolvimento e atuação na sociedade); a obtenção de conhecimento; a compreensão do mundo e o domínio do código lingüístico. No caso de textos não relacionados à atividade docente, os professores afirmam que a leitura seria uma atividade prazerosa.

Com relação aos modos de leitura dos professores, estes buscariam identificar o que o autor quis dizer, principalmente quando se tratava de textos científicos ou leitura no ambiente escolar, não atribuindo diferentes sentidos para um mesmo texto. Os discursos dos professores pareceram constituir-se a partir de experiências e interações diversas.

Alguns dos trabalhos revisados tratam da problemática das interações discursivas em sala de aula, como é o caso do artigo de Monteiro e Teixeira (2004), que desenvolvem uma pesquisa junto às séries iniciais do ensino fundamental, com foco no tema *Pressão*. Procuram analisar o impacto do discurso do professor na condução de atividades em sala de aula, ou seja, de que maneira a organização das falas dos professores interfere na construção argumentativa dos alunos.

Observam que algumas das professoras acompanhadas encontravam dificuldades ao adotar inovação em suas aulas, pois enfrentavam obstáculos relacionados às suas concepções prévias. Isso geraria ansiedade e insegurança e dificultaria o estabelecimento do diálogo com

os alunos. As professoras acabariam orientando seus dizeres com base em um roteiro mental que não levaria em conta o contexto dialógico. Os autores concluem que o discurso do professor é importante para o aprendizado, principalmente se mescla diversas características discursivas.

Outro trabalho que se preocupa com as interações discursivas em sala de aula é o de Aguiar Jr. e Mortimer (2005). Os autores analisam a estrutura discursiva de um episódio de ensino desenvolvido com alunos da oitava série do ensino básico, cujo tema era *Calor e Temperatura*. Os referenciais teóricos que sustentam o trabalho são a psicologia sócio-cultural de Vygotsky e a filosofia da linguagem de Bakhtin. Para os autores, o conflito gerado a partir da relação entre as concepções dos estudantes e a concepção científica é crucial para a mudança conceitual. Procuram analisar o papel das intervenções do professor e sua relação com a construção de significados por parte dos alunos.

A partir dos resultados, afirmam que o reconhecimento de conflitos só foi possível através da mediação do professor. Puderam ser identificadas mudanças nas intenções e nas intervenções do professor à medida que os estudantes iam desenvolvendo suas idéias. Tais mudanças estariam associadas a alternâncias na abordagem comunicativa adotada, a princípio dialógica e predominantemente de autoridade ao final do episódio. Afirmam que a tomada de consciência e participação dos estudantes na resolução de conflitos depende, além da escolha de estratégias de ensino adequadas, do discurso construído em torno das atividades.

Medeiros e Medeiros (2001) procuram discutir a diversidade de significados da palavra *massa* utilizados no cotidiano, preocupando-se com suas interferências na aprendizagem do conceito científico de *massa* e considerando que tais significados dependeriam do contexto a que se referem. Para os autores, a compreensão dos sentidos da palavra *massa* no ensino de física exigiria em alguns momentos a procura e explicitação de pontes entre os sentidos utilizados no senso comum e em outros momentos a procura e explicitação de saltos conceituais, já que tais significados seriam dependentes de contextos específicos. O objetivo do artigo seria então auxiliar os professores na busca de possíveis pontes ou evidenciar a necessidade dos saltos conceituais. Para isso apresentam um retrospecto histórico da evolução e da transformação de idéias que conduziram os cientistas ao conceito de *massa inercial* e discutem sua dificuldade de compreensão.

Moraes e Galiazzi (2003) utilizam um referencial sócio cultural para refletir sobre a educação ambiental. Discutem questões relacionadas à linguagem e ao discurso, às implicações da fala no contexto escolar e à escrita como o modo mais elaborado de

apropriação discursiva. Aprofundam ainda elementos relacionados à utilização da narrativa no ensino. Os autores consideram que a linguagem é elemento fundamental no domínio e apropriação dos discursos, além de instrumento de comunicação. Procuram estabelecer algumas relações entre linguagem, mundo, discurso e aprendizagem, considerando que são conceitos estritamente relacionados.

Ainda se tratando de trabalhos que se preocupam com as interações discursivas em sala de aula, temos o trabalho de Sepúlveda e El-Hani (2006). Os autores se preocupam com a apropriação do discurso científico pelos alunos. Desenvolvem atividades com o tema *Natureza e Mundo Natural* entre alunos protestantes de um curso de licenciatura em biologia. Utilizam referencial teórico baseado na teoria da linguagem de Bakhtin, procurando compreender de que maneira os alunos reagem ao discurso científico e que estratégias utilizam para se apropriarem do mesmo.

Os autores afirmam que a partir da década de noventa os pesquisadores têm se posicionado mais criticamente com relação à educação científica e outras formas de cultura. A ciência passou a ser vista como um dos diversos aspectos da cultura e não como aspecto hegemônico. Sendo assim, ensinar e aprender ciências seria cruzar fronteiras culturais, implicando em transpor barreiras culturais para o aprendiz. Os autores afirmam que existiriam tais barreiras culturais tanto entre discurso cotidiano e científico quanto entre discurso religioso e científico. Afirmam ainda que diferentes culturas teriam gêneros discursivos próprios, originados por visões de mundo específicas. Sendo assim, aprender ciência seria aprender também um gênero de discurso científico.

A partir dos resultados, os autores observam que em algumas das falas de uma das alunas puderam ser identificadas fronteiras entre os conhecimentos científico e religioso. Estes seriam contrapostos, através da utilização de diferentes interlocutores, na fala da aluna. Os autores afirmam que a análise dos discursos baseada na teoria da linguagem de Bakhtin ofereceu uma noção sobre a pré-disposição dos alunos para a negociação de significados entre o discurso científico e as perspectivas originadas de sua formação cultural, o que seria para eles um dado fundamental para o planejamento de ensino em contextos multiculturais.

Novamente se tratando de trabalhos relacionados às interações discursivas em sala de aula, temos o artigo de Lima e Carvalho (2003). Preocupadas com questões de linguagem no ensino de física para o nível fundamental, desenvolvem uma atividade com exercício de raciocínio envolvendo máquinas simples executadas pelos alunos através de grupos de exercício e diálogo, após a leitura de um texto. Analisam as linguagens oral, escrita e gráfica

dos alunos durante o desenvolvimento da atividade construída com base em teorias de Bakhtin, Luria e Vygotsky, entre outros. Procuram compreender se a narrativa poderia ser um instrumento de ensino complementar ao ensino realizado através de experimentos, ou seja, se os alunos seriam capazes de compreender tópicos de física através da narrativa.

Com base em teorias de Bakhtin, afirmam que a utilização da língua se dá através de enunciados que refletem condições e finalidades específicas e que os gêneros, sua variedade e riqueza, equivalem à variedade da atividade humana. Acreditam que a variedade de atividades e a possibilidade de falar ou escrever sobre elas fazem com que os alunos se desenvolvam tanto no que diz respeito ao vocabulário quanto à compreensão de novos conceitos. Com base em teorias de Luria, dizem que a linguagem permite a possibilidade do homem se relacionar com coisas que não percebe diretamente ou que não faz parte de sua experiência. Possibilita ainda a operação com objetos, mesmo que estes estejam ausentes. Permite também tirar conclusões a partir de raciocínios lógicos sem a experiência. Com base em teorias de Vygotsky afirmam que as linguagens, escrita e gráfica são originárias da linguagem oral e que a criança quando ainda não consegue se expressar pela escrita desenha.

A partir dos resultados, estabelecem uma relação entre os alunos que tiveram bom desempenho no desenvolvimento da atividade com sua participação ativa nas discussões em grupo.

Para finalizar os trabalhos que se preocupam com as interações discursivas em sala de aula, temos Nascimento et al. (2006). Preocupados com a questão da alfabetização científica e tecnológica, desenvolvem um trabalho entre alunos em fase inicial de letramento em que eles interagem em grupos durante o processo de construção de um objeto técnico. Com base em teorias de Bakhtin, procuram discutir a prática discursiva em ambientes educativos, em situações interativas e suas conseqüências para a alfabetização científica e tecnológica.

De acordo com os autores, a atribuição de significados dependeria de um elemento integrador que seria o conteúdo na interação dos falantes. Tal elemento seria responsável pelo contexto semântico, assim o processo de identificação do tema é importante para o entendimento do significado atribuído às palavras.

De acordo com os resultados, a maneira como as atividades foram conduzidas pareceu influenciar na produção discursiva dos estudantes. Os autores concluem que a atividade de construção de um objeto técnico seria interessante no ensino fundamental porque possibilitaria ao aluno levar um objeto do mundo das coisas para o mundo dos objetos técnicos. Acreditam que esta é uma forma de trabalho que possibilita a alfabetização

tecnológica e que poderia contribuir para o desenvolvimento de atitudes e habilidades dos alunos em diversos campos de conhecimento.

A partir dessa revisão bibliográfica, observamos que com relação aos referenciais teóricos utilizados, um dos trabalhos utiliza a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird e a teoria da aprendizagem significativa; quatro trabalhos utilizam a análise de discurso na mesma vertente que a utilizada nesta pesquisa; três trabalhos utilizam a teoria da linguagem de Bakhtin; um deles utiliza a psicologia sócio-cultural de Vygotsky; dois dos trabalhos utilizam tanto as teorias de Bakhtin quanto de Vygotsky, sendo que um deles se apóia ainda em Luria, além dos dois primeiros autores.

Observamos que a maioria dos trabalhos que tratam de linguagem considera esta como não transparente, ou seja, textos, imagens e outras formas de linguagem não fariam por si só, não teriam um único significado a ser interpretado. Alguns dos trabalhos consideram ainda que diferentes áreas do conhecimento teriam linguagens específicas, sendo assim, aprender ciências implicaria em aprender sua linguagem.

Tais concepções de linguagem levam alguns autores a considerar que a leitura tanto de textos quanto de imagens dependeria da história do leitor e de características do próprio texto.

Alguns dos trabalhos, no entanto, apontam que muitos dos professores teriam uma concepção de linguagem como transparente, não atribuiriam diferentes sentidos a um mesmo texto ou imagem, por exemplo.

Os autores recomendam que os professores sejam cautelosos não só na escolha de textos e imagens, mas também em sua utilização, já que a mediação do professor (influenciada por suas próprias concepções de leitura) seria muito importante no processo de construção de sentidos por parte dos estudantes, ou ainda que imagens, textos e o próprio discurso do professor interfeririam: na construção de modelos mentais, na compreensão, nas construções argumentativas e na construção de significados, por parte dos estudantes.

As pesquisas se preocupam com as implicações do uso, quase exclusivo, do livro didático no ensino de ciências. Os autores criticam esse recurso por apresentar repertório de conceitos, exemplos e exercícios; por conter erros e por apresentar apenas os produtos da ciência e não seus processos. Criticam ainda a maneira como as imagens são utilizadas nos livros didáticos: sem interação com o texto; contendo erros; como se fossem autoexplicativas e afirmam ainda que os livros didáticos apelariam para as imagens no sentido estético e não didático. Alguns autores consideram que o uso exclusivo do livro didático não contribui para despertar nos estudantes o gosto pela leitura.

Alguns autores recomendam a utilização de textos alternativos ao livro didático, como os de divulgação científica, originais de cientistas e jornalísticos, porém também há alertas de que estes devem ser re-contextualizados para a sala de aula e mediados pelo professor.

Os autores ainda atentam para o fato de que se deveria valorizar o que dizem, pensam e escrevem os estudantes, através de aulas dialógicas e da utilização de atividades que os incentive a falar, ler e escrever, isso possibilitaria que eles desenvolvessem a capacidade de argumentação, criassem o hábito de leitura, procurassem diversas fontes de leitura desenvolvendo a visão crítica e possibilitando a apreensão do vocabulário científico.

#### **iv. Resolução de Problemas**

Apresentamos inicialmente um trabalho que trata de uma revisão bibliográfica sobre a resolução de problemas (Fávero e Souza, 2001). Em seguida, apresentamos trabalhos que tratam do desenvolvimento de atividades de resolução de problemas com alunos (Souza e Fávero, 2002; Laburú, 2003; Aranzabal et al., 2002; Salvador e Moreira, 2001; Jenaro et al., 2003; Costa e Moreira, 2002; Andrés et al., 2006; Escudero e Moreira, 2002). Finalizamos com dois trabalhos: um que procura analisar a resolução de problemas do ponto de vista dos alunos, professores e livros didáticos (Labra et al, 2005) e outro que investiga as concepções de professores sobre a atividade de resolução de problemas (Sousa e Fávero, 2003).

Dentre os artigos revisados, um apresenta revisão bibliográfica sobre a resolução de problemas no ensino de ciências, o de Fávero e Souza (2001). As autoras afirmam que a comparação entre especialistas e novatos é uma das linhas mais desenvolvidas na psicologia e a que menos se encontra nas publicações relacionadas à resolução de problemas. As propostas de procedimentos didáticos, visando melhorar o desempenho de alunos em atividades de resolução de problemas subentendem o maior número de publicações, seguida pelos fatores que influenciam a resolução de problemas em sala de aula.

Sobre o aporte teórico, são identificadas maiores ocorrências na pesquisa para as teorias do processamento da informação e aquelas que se baseiam em Piaget e Ausubel. Afirmam ainda que há referências às concepções construtivistas em geral, sem que este conceito seja sempre explicitado.

Com relação à metodologia de pesquisa, observam que na maioria dos trabalhos os dados são analisados qualitativamente e em menor número quantitativamente, sendo que em poucos casos são feitas ambas as análises.

Alguns dos trabalhos revisados tratam de situações de resolução de problemas desenvolvidas com alunos, entre eles o de Souza e Fávero (2002). As autoras desenvolvem atividades de resolução de problemas com tema *Eletricidade* com alunos de um curso pré-vestibular em uma proposta que privilegia as trocas verbais entre um especialista e um novato

As autoras discutem a importância da ação mediadora do professor em atividades de resolução de problemas em sala de aula. De acordo com as autoras, o aluno apresentaria dificuldades no tratamento de certos campos conceituais e o professor deveria ajudá-lo a superar tais dificuldades por meio de um processo de interlocução, mediando conhecimentos. Para que o professor exerça este papel mediador de maneira adequada, acreditam que ele deveria dominar amplamente o campo conceitual em questão. A partir dos resultados da pesquisa, concluem que situações de interlocução e tomada de consciência podem contribuir com a melhoria do ensino da resolução de problemas em sala de aula.

Outro trabalho que trata de atividades de resolução de problemas desenvolvida com alunos é Laború (2003). O autor desenvolveu, com alunos do ensino médio, uma atividade de experimentação cujo tema era a *Lei de Boyle-Mariotte* considerando-a como situação de resolução de problema aberto. Ele explicita as barreiras que podem ser encontradas em atividades de laboratório e defende o aprendizado por investigação. Procura desenvolver uma atividade de resolução de problemas durante uma aula de experimentação baseada em teoria de Gil-Perez e colaboradores e apontar para os problemas encontrados no desenvolvimento da atividade assim como algumas sugestões de solução.

De acordo com o autor, apesar da busca por atividades que privilegiem a autonomia e independência do aluno, o trabalho no laboratório não poderia ser uma proposta muito aberta já que dificuldades conceituais, experimentais, matemáticas, cognitivas e de habilidades manuais necessitariam da intervenção do professor, não apenas através de indícios, mas definindo critérios aceitáveis.

Também tratando de situações de resolução de problemas encontramos o trabalho de Aranzabal et al. (2002). Os autores procuram identificar as dificuldades encontradas por estudantes universitários durante tarefas de resolução de problemas. De acordo com suas análises, concluem que os estudantes aplicam de maneira incorreta conceitos e princípios fundamentais durante a resolução de problemas. Afirmam que eles não fazem planejamento qualitativo e não analisam os resultados. Afirmam ainda que poucos dos estudantes conseguem desenvolver uma estratégia globalmente correta, utilizam os dados do problema como se estivessem resolvendo um quebra-cabeça e demonstram resolver o problema como

uma operação mecânica, reprodução rígida e inflexível de um algoritmo. Os autores também afirmam que a maneira como os alunos resolvem problemas, que depende de questões metodológicas e atitudinais no momento do planejamento da resolução, não contribui para o aprendizado de conceitos, leis e princípios básicos da Física.

Ainda tratando de trabalhos relacionados ao desenvolvimento de atividades de resolução de problemas com estudantes encontramos o de Salvador e Moreira (2001). Preocupados com a resolução de problemas em nível universitário, desenvolvem atividades relacionadas ao tema *movimento de um corpo rígido*, nas quais os alunos resolvem problemas com pequenas diferenças de enunciados, mostrando que tais modificações nos enunciados resultam em mudanças significativas no encaminhamento dos problemas.

Ainda tratando de trabalhos que se relacionam com o desenvolvimento de atividades de resolução de problemas com estudantes, encontramos o de Jenaro et al. (2003). Através da análise de materiais escritos, produzidos durante atividades de resolução de problemas com enfoque construtivista, buscam compreender como os estudantes constroem hipóteses. Os autores se focam no embate entre as idéias dos estudantes e o corpo teórico em questão e a partir dos resultados observam que muitos dos alunos utilizam mais a intuição espontânea do que as informações aprendidas em aula.

Ainda tratando de situação de resolução de problemas com estudantes temos o artigo de Costa e Moreira (2002). Desenvolvendo um projeto sobre modelos mentais e resolução de problemas, os autores procuram investigar as dificuldades apresentadas por estudantes de um curso superior de Física e Engenharia em atividades de resolução de problemas. De acordo com os resultados, observam assim como Aranzabal et al. (2002) que a tendência dos alunos é de resolver os problemas como se fossem quebra-cabeças. A partir da pesquisa, identificam que em vários momentos as concepções alternativas apresentar-se-iam como barreiras para a resolução de problemas já que seriam modelos pessoais e funcionais para o indivíduo e, sendo assim, manter-se-iam muito resistentes a mudanças. Os autores acrescentam que as crenças dos estudantes modelariam suas atitudes e emoções e dirigiriam decisões durante a resolução do problema. Também associam as dificuldades na resolução de problemas à fragilidade de conceitos necessários à tarefa.

Finalmente, os autores propõem que os alunos sejam incentivados a interpretar mentalmente a situação proposta, bem como seus resultados, e verbalizá-los. Esperam que os alunos, auxiliados pelo professor, ultrapassem os núcleos de seus sistemas prévios por meio de mapeamento de diferentes domínios de conhecimento.

Ainda tratando de situação de resolução de problemas com estudantes encontramos o artigo de Andrés et al. (2006). Os autores desenvolvem uma atividade de laboratório em que uma situação problema desconhecida pelos estudantes lhes é proposta esperando-se que construam significativamente esquemas científicos. Como não há um esquema pronto para tal situação eles entram em fase de reflexão e dúvida e vão construindo modelos mentais até encontrar um que se ajuste à situação em questão.

De acordo com os autores, fatores externos podem interferir nesta elaboração recursiva de modelos mentais, entre eles: interação social com pares, mediação do professor, busca de informações a partir de outras fontes e realização de observações.

Os autores propõem um modelo interpretativo de desenvolvimento cognitivo dos estudantes baseado na teoria de campos conceituais de Vergnaud, denominado modelo dinâmico de aprendizagem, nos trabalhos de laboratório de Física (MATLaF). A partir dos resultados consideram que o modelo tem grande potencial para que se compreenda e se facilite o processo de aprendizagem durante a resolução de trabalhos de laboratório.

Escudero e Moreira (2002) analisam a resolução escrita de um problema de cinemática desenvolvido com alunos do ensino médio. Para isso, utilizam a teoria de campos conceituais de Vergnaud e a teoria de modelos mentais de Johnson-Laird, investigando as dificuldades dos alunos na construção de modelos mentais. De acordo com os resultados, afirmam que a descrição de movimentos não é algo trivial, no entanto um grupo grande de estudantes investigados adquiriu um bom domínio dos algoritmos necessários para sua descrição científica em situações convencionais, enquanto em situações novas observou-se o fenômeno da variabilidade cognitiva. Os autores discutem a questão da dificuldade dos estudantes em enfrentar situações novas e criticam a importância conferida à resolução de problemas tipo. A partir dos resultados, observam que os estudantes estabelecem uma relação entre as características dos problemas e um conjunto de regras estabelecidas para resolvê-lo.

Labra et al. (2005) procuram analisar problemas resolvidos em livros didáticos, analisar críticas e observações de professores de nível médio e universitário a alguns problemas resolvidos e analisar situações de resolução de problemas por professores e alunos, assim como cadernos de alunos e entrevistas semi-estruturadas com professores sobre o tema. Consideram, a partir dos resultados, que a forma de proceder dos alunos é reflexo do que fazem os professores e dos livros didáticos.

Sousa e Fávero (2003), preocupadas com uma prática de resolução de problemas que privilegia o procedimento em detrimento do campo conceitual em questão, comum entre os

alunos, procuram desvendar as concepções de professores de Física sobre a relação entre a resolução de problemas e o ensino de Física, considerando que tais concepções determinam a prática de professores em sala de aula. Para isso realizam entrevistas semi-estruturadas com professores de Física de nível médio e observam que eles têm idéias claras de seu papel mediador, mas não têm clareza sobre a atividade de resolução de problemas no ensino de Física.

A partir do resultado das análises das entrevistas, as autoras observam que os sujeitos entrevistados enxergam a resolução de problemas como aplicação da teoria, como estratégia de desenvolvimento de raciocínio, como método científico ou como transformação de dados qualitativos em quantitativos. As autoras ainda afirmam que nenhum dos professores considerou a resolução de problemas como atividade inerente à aprendizagem da Física, como parte do conhecimento físico e como atividade facilitadora da aprendizagem de conceitos físicos. Já com relação à função do professor no desenvolvimento das atividades de resolução de problemas, as autoras afirmaram que a maioria considera o professor como mediador, tutor ou auxiliar e que alguns dos professores investigados consideraram que seriam modelos para seus alunos nessa prática. As autoras consideram que uma visão mais construtivista e menos fragmentada dos professores com relação à resolução de problemas contribuiria para melhorar sua prática docente

De acordo com a revisão realizada observamos que, no que se refere à maneira usual de trabalhar a resolução de problemas no ensino médio, algumas das publicações sugerem que a abordagem que chamam de tradicional, ou seja, aquela que consiste em apresentação da teoria, resolução de exemplos e proposta de problemas semelhantes ao resolvido, seria uma prática ineficiente (Fávero e Souza, 2001; Souza e Fávero, 2002); que muitos dos manuais didáticos, assim como a prática dos professores, não apresentariam definição clara do que seria uma situação-problema (Praia et al., 2002); que a abordagem tradicional de ‘resolução de problemas tipo’ não promoveria mudança conceitual (Aranzabal et al., 2002); e ainda que a educação em ciências tem fracassado no que diz respeito à atividade de resolução de problemas como auxiliar no desenvolvimento de habilidades de alto nível intelectual, alfabetização científica e aquisição de conhecimentos específicos (Labra et al., 2005)

Com relação aos conteúdos não são encontrados aqueles relacionados à Física Nuclear. No artigo de revisão bibliográfica sobre a abordagem, Fávero e Souza (2001) observam que a maior parte das publicações trata de mecânica enquanto conteúdos de Física Moderna e Contemporânea e em particular de Física Nuclear não são citados pelas autoras. Dentre os

artigos revisados para este trabalho encontramos como conteúdo trabalhado através da abordagem resolução de problemas: eletricidade (Souza e Fávero, 2002), lei de Boyle e Mariotte (Laburú, 2003); mecânica clássica (Aranzabal et al., 2002; Salvador e Moreira, 2001; Jenaro et al., 2003; Costa e Moreira, 2002; Labra et al., 2005) e eletromagnetismo (Aranzabal et al., 2002; Jenaro et al., 2003).

Sobre os referenciais utilizados, encontramos a teoria de campos conceituais de Vergnaud (Fávero e Souza, 2001; Souza e Fávero 2002, Andrés et al., 2006); psicologia do desenvolvimento cognitivo (Fávero e Souza, 2001; Souza e Fávero 2002); teoria de modelos mentais de Johnson-Laird e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak (Salvador e Moreira, 2001) ou, de maneira genérica, referenciais construtivistas (Jenaro et al, 2003).

Também encontramos artigos que se preocupam com as concepções, tanto de professores quanto de alunos, a respeito dos conceitos de problemas e resolução de problemas, e de sua relação com o ensino e aprendizagem da Física (Fávero e Souza, 2001); aquele que se preocupa com influências de concepções alternativas na atividade de resolução de problema (Costa e Moreira, 2002); artigos que sugerem que a resolução de problemas deve ser tratada com processo investigativo (Fávero e Souza, 2001; Laburú, 2003; Labra et al., 2005) e artigos que tratam da experimentação ou prática de laboratório como situação de resolução de problema aberto (Laburú, 2003; Andrés et al., 2006).

### ***c. Disciplina Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado<sup>3</sup>***

A coleta de dados para a pesquisa foi realizada durante o primeiro semestre de 2005 junto a uma turma de alunos da graduação em Física da Universidade Estadual de Campinas. Esta turma cursava a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*.

De acordo com o catálogo de cursos da Universidade Estadual de Campinas do ano de 2002, aquele que estaria sendo seguido pelos licenciandos em fase no curso, para a realização da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* era pré-requisito básico que os estudantes já tivessem realizado as seguintes disciplinas: *Psicologia Educacional-Adolescência*; *Psicologia Educacional Aplicada ao Ensino de Ciências Exatas*; *Didática Aplicada ao Ensino de Física ou Química* ou *Didática Aplicada ao Ensino de Física*; *Física Geral*; *Cálculo*; *Física Experimental*.

---

<sup>3</sup> Os nomes dos licenciandos são fictícios.

Desta forma, os conhecimentos supostos necessários para reflexões, observações e realização de atividades desenvolvidas na disciplina foram aqueles trabalhados nas disciplinas de psicologia e didática, ministradas por pesquisadores da área de educação da faculdade de educação da Unicamp, e as demais disciplinas citadas acima, realizadas no Instituto de Física Gleb Wataghin e ministradas por pesquisadores da área de Física.

Ainda a partir do catálogo de cursos de 2002, podemos relacionar os conteúdos trabalhados na disciplina de *Física Geral*: cinemática do ponto; leis de Newton; estática e dinâmica da partícula; trabalho e energia; conservação da energia; momento linear e sua conservação; colisões; momento angular da partícula e de sistemas de partículas; rotação de corpos rígidos; oscilações; gravitação; ondas em meios elásticos; ondas sonoras; hidrostática e hidrodinâmica; viscosidade; temperatura; calorimetria e condução de calor; leis da termodinâmica; teoria cinética dos gases.

Observamos que conteúdos como Física Nuclear, relatividade e eletromagnetismo não eram considerados necessários para os estudantes cursarem a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*. No entanto, alguns dos alunos, estando no final do curso, já haviam realizado disciplinas que tratavam desses conteúdos.

É interessante notar que de acordo com o catálogo as disciplinas: *Fundamentos Filosóficos da Educação: Filosofia e História da Educação* e *Estrutura e Funcionamento do Ensino Fundamental e Médio: Educação e Sociedade* eram disciplinas obrigatórias para os licenciandos, porém não constavam como pré-requisito para realização da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*.

A turma na qual se desenvolveu a pesquisa inicialmente contava com a participação de nove alunos, passando para oito com o abandono de um dos alunos durante o semestre. Dentre esses alunos, quatro não lecionavam, um dava aulas particulares e os outros três lecionavam ou em colégio particular ou em curso pré-vestibular. Dentre os estudantes que realizaram a disciplina, um estava matriculado no bacharelado em Física e os demais na licenciatura em Física.

Na primeira aula da disciplina, os nove alunos presentes responderam um questionário inicial, a aula não foi gravada em vídeo, nem os alunos sabiam até então que seria realizada uma pesquisa durante a disciplina. O objetivo do questionário era investigar as expectativas dos licenciandos sobre a disciplina, além de sondar aspectos do seu imaginário sobre o ensino de ciências, possibilitando que a professora levasse em conta o que os licenciandos diziam esperar para planejar as atividades que foram desenvolvidas durante o curso. Dessa forma a

professora procurava realizar um trabalho dialógico que era um dos pré-requisitos para o trabalho que os próprios licenciandos iriam desenvolver, conforme será descrito a seguir. A Física Nuclear não foi citada nas questões conforme podemos observar a seguir:

Questionário Inicial
1)O que você espera desta disciplina? 2)Você leciona? O que? Em que escola? 3a) Como você planeja suas aulas? 3b) Você acha que o planejamento ajuda a dar boas aulas? 4)O que é, para você, a pesquisa em ensino de Física? 5) O que é um bom professor de Física, em sua opinião? 6) Em sua opinião, quais são os maiores problemas na escola de ensino médio hoje: a) estadual b) privada. 7)Cite os principais assuntos de Física que você acha que devem ser trabalhados no ensino médio

**Quadro 1: Questionário Inicial da Disciplina**

Na segunda aula da disciplina os licenciandos responderam um questionário sobre Física Nuclear no qual, já pensando na pesquisa, procurávamos sondar o seu imaginário com relação a essa Física e à possibilidade de sua inserção no ensino médio, conforme se observa a seguir:

Questionário Inicial de Física Nuclear
1ª.Você sabe que conteúdos de Física são usualmente trabalhados no ensino médio? 1b.Cite em linhas gerais esses conteúdos? 1c. Você acha que alguns desses conteúdos deveriam ser retirados? Quais? 1d. Você acrescentaria outros conteúdos? Quais? 2a.Você acha que a Física Nuclear pode / deve ser trabalhada no ensino médio? Por quê? 2b.Em caso afirmativo, o que de Física Nuclear e como deve ser este trabalho? 3. Que vantagens e que dificuldades você imagina que podem ocorrer, se a Física Nuclear for trabalhada no ensino médio?

**Quadro 2: Questionário Inicial de Física Nuclear**

O momento de apresentação deste questionário foi o primeiro em que a professora se referiu à Física Nuclear durante a disciplina. É importante considerar que a primeira pergunta (1a,1b,1c,1d) foi previamente entregue aos licenciandos com o objetivo de não influenciar suas respostas seguintes.

Após a realização do questionário a professora perguntou aos alunos se, em comemoração ao ano internacional da Física, 2005, devido aos cem anos das publicações de Einstein relacionadas à teoria da relatividade, o tema da disciplina poderia ser a *Questão Nuclear*. Com a concordância dos alunos, a professora então os questionou se eles concordavam que a pesquisadora, licenciada no mesmo curso que eles estavam fazendo, acompanhasse a

disciplina com o objetivo de desenvolver uma pesquisa de mestrado relacionada ao tema *Questão Nuclear*, o que também foi aceito pelos licenciandos.

Na terceira aula da disciplina, a professora entregou aos alunos o plano de curso que foi discutido com os presentes.

O plano de curso apresentava a ementa da disciplina segundo o catálogo dos cursos de graduação:

Aplicabilidade de conhecimentos de psicologia e didática à metodologia dos processos de ensino e de aprendizagem da Física, em situações concretas de escolarização, possibilitando a realização de mini-projetos diretamente ligados ao preparo de unidades de ensino, material didático e recursos paralelos, para maior eficácia do trabalho formativo.

Apresentava ainda os objetivos da disciplina:

[...] contribuir para que o licenciando: conheça e reflita sobre aspectos da cotidianidade do ensino médio, com foco no ensino de Física, a partir de observações em escolas, pesquisas publicadas, recursos didáticos destinados a esse ensino e documentos oficiais como os parâmetros curriculares; discuta e se posicione quanto a concepções de ciência e de ensino veiculadas em recursos didáticos, pensando o seu funcionamento em estratégias específicas de ensino; compreenda elementos da pesquisa educacional sobre educação em ciências e procure relacioná-los com a prática pedagógica em aulas de Física do ensino médio e reflita sobre elementos do planejamento escolar do ensino médio

O plano apresentava ainda as atividades previstas para a disciplina:

Atividades Previstas na <i>Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado 2005</i>
<p>1. Leitura e análise de artigos da área de educação em ciências, de alguns aspectos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) - A área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias e de textos didáticos e de divulgação relativos à temática do <i>episódio de ensino</i> a ser elaborado.</p> <p>2. Elaboração de um <i>episódio de ensino</i> tendo como tema básico a <i>Questão Nuclear</i> (combinado com o grupo de estudantes) e estratégias combinadas para cada grupo, nas quais deve se fazer presente uma das seguintes abordagens da investigação em ensino de ciências: História da Ciência no ensino da ciência; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Linguagens no ensino da ciência; Solução de Problemas no ensino da ciência. Além disso, o <i>episódio de ensino</i> deve prever um trabalho dialógico, que leve em conta as concepções dos estudantes a que se destina.</p> <p>3. Apresentação pelos licenciandos de sínteses e de seminários relativos às estratégias de ensino a serem utilizadas no desenvolvimento do <i>episódio de ensino</i>;</p> <p>4. Elaboração de relatório de visitas à escola oficial de nível médio e discussão de acontecimentos ali observados.</p>

**Quadro 3: Atividades Previstas para a Disciplina**

O plano apresentava também a forma de avaliação da disciplina que se pautou na presença dos licenciandos em sala de aula, em avaliação escrita baseada nos textos que foram propostos

para leitura, no relatório oficial de visitas às escolas e no seminário e trabalho final relativo ao *episódio de ensino*.

Com relação ao *episódio de ensino* e ao seminário os licenciandos deveriam entregar uma síntese para cada aluno da turma, para a professora e para a pesquisadora no dia de sua realização. Junto da síntese deveriam também relacionar a bibliografia utilizada.

Ressaltamos que a partir do plano de curso é que os licenciandos tomaram conhecimento que preparariam, em duplas, os *episódios de ensino* utilizando-se de abordagens da investigação em Ensino de Ciências com o tema *Questão Nuclear* (tema este que havia ficado decidido desde a aula anterior a esta).

Além de serem realizadas essas atividades durante as aulas na universidade, os alunos foram às escolas públicas, escolhidas por eles, em horários também escolhidos por eles, para observar seu dia-a-dia e as aulas de Física no ensino médio. Ou seja, enquanto preparavam os *episódios de ensino*, poderiam ser influenciados pelas condições de produção que vivenciavam nas escolas.

Para as observações feitas nas escolas e produção dos relatórios de observação os alunos contaram com uma lista, elaborada pela professora da disciplina, contendo itens básicos que deveriam ser considerados:

Alguns Itens De Interesse Para Estágio – Itens Básicos Para Relatório
Da escola: (em cada item indicar a fonte de informação) nome; bairro; diretor(a); níveis de ensino; número de alunos em cada nível; número de aulas e número de aulas de Física no ensino médio (no diurno e no noturno); número de professores de Física; perfil social dos alunos (moram no mesmo bairro? Trabalham? Etc); principais problemas da escola (segundo quem?); tem biblioteca? (qual é o acervo, que indicadores há de leitura, etc); tem laboratório? (é utilizado, por quem, periodicidade, etc); tem sala ambiente? (como funciona); são comuns atividades extraclasse? (quais); existem reuniões regulares de professores?(o que é tratado); existe interação entre a escola e a comunidade (de que natureza); está sendo desenvolvido algum projeto de ensino/e, ou de pesquisa na escola? (por quem; qual; como funciona); no que conta o planejamento escolar? (detalhar); o que são situações típicas fora da sala de aula?
Da classe (aula de Física): (em cada item indicar a fonte de informação) série; professor(a); formado ou estudante? (em que); que conteúdo de Física está sendo trabalhado? (de que maneira; que atividades são feitas em sala de aula, com que objetivos); é adotado livro? (qual); como os alunos são avaliados? (com que instrumentos); qual o nível de satisfação dos estudantes com a escola? (de todos, de alguns); os estudantes pensam em fazer vestibular? Como percebem o próprio futuro? Qual o nível de satisfação do professor com o seu trabalho na escola? Como o professor percebe o seu futuro? Se você pudesse mudaria alguma coisa nessa escola? O que? De que maneira?

**Quadro 4: Itens Básicos para Relatório de Estágio**

Observamos que os licenciandos não tinham a obrigação de restringir-se a estes itens.

A bibliografia que foi trabalhada e em que se pautou a avaliação escrita do curso também estava relacionada no plano:

<i>Bibliografia da Avaliação Escrita</i>
ALMEIDA, Maria. José. P.M, Discursos Da Ciência E Da Escola: ideologia e leituras possíveis. Campinas: Mercado de Letras, 2004 p.71-93. (cap.II Ciência e Linguagem: lendo a leitura de cientistas)
ALMEIDA, Maria. José. P.M, Discursos Da Ciência E Da Escola: ideologia e leituras possíveis. Campinas: Mercado de Letras, 2004 (no prelo). p.95-114. (cap.III Lendo um físico na escola).
LOPES, Alice R.C. Bachelard: O filósofo da desilusão. Caderno Catarinense de Ensino de Física. 13, n.3 p.248-273.1996.
MORTIMER, Eduardo.F. Construtivismo, mudança conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? 3ª Escola de verão para professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia. São Paulo: USP, p. 56-74. 1995.

**Quadro 5: Bibliografia Utilizada para Avaliação da Disciplina**

Além desta bibliografia básica, durante a disciplina a professora fez sugestões de periódicos de pesquisa em ensino de ciências e levou para a sala de aula livros e textos como sugestão para a preparação dos seminários, além de outros recursos como notícias de jornal.

Após a discussão do programa, na qual foram esclarecidas questões relacionadas ao estágio, às apresentações dos seminários e à avaliação da disciplina, os alunos se dividiram em duplas, escolheram as abordagens e discutiram outras questões sobre os seminários e datas de apresentação. A dupla Joaquim e Anderson foi a primeira e escolheu a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; a dupla Alex e Daniel foi a segunda e escolheu História da Ciência; a dupla Felipe e Fábio foi a terceira e ficou com Linguagens no ensino de ciências e a dupla Jonas e Mário foi a última e escolheu Resolução de Problemas.<sup>4</sup> Observamos que um dos licenciandos, Marco, não estava presente no dia de escolha das duplas e na aula seguinte uniu-se à Felipe e Fábio. Como Anderson desistiu da disciplina, aproximadamente uma semana antes da apresentação do seminário CTSA, Marco deixou o grupo que trabalharia Linguagens no ensino da *Questão Nuclear* e formou dupla com Joaquim na elaboração do episódio de ensino CTSA.

Nessa mesma aula, a professora leu trechos dos livros *Radiação: efeitos, riscos e benefícios*<sup>5</sup> e *Goiânia, Rua 57: o nuclear na terra do sol*<sup>6</sup> e discutiu a leitura com os alunos. Foram levantadas questões relacionadas à possibilidade de utilização destes textos no ensino

<sup>4</sup> Os discursos dos licenciandos Anderson, Daniel, Felipe e Jonas não são analisados neste trabalho.

<sup>5</sup> OKUNO, E. Radiação: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 1988, 81p.

médio, à preferência dos estudantes com relação a cada um dos textos e suas opiniões em relação à leitura.

Na quarta aula da disciplina, a professora discutiu com os alunos as respostas dadas ao questionário de Física Nuclear realizado em aula anterior.

Após a discussão, a professora pediu que cada aluno redigisse e entregasse um *Levantamento das Primeiras Idéias sobre a Física Nuclear*.

No final da aula, a professora pediu que os alunos lessem para a aula seguinte os textos *Lendo um Físico na Escola*<sup>7</sup> e *Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas*<sup>8</sup>, fizessem uma síntese, escrevessem as interfaces que enxergavam entre os textos e o ensino médio de Física e ainda escrevessem suas dúvidas, concordâncias e discordâncias com relação aos textos lidos.

O texto “*Lendo um Físico na Escola*” aborda o funcionamento da leitura de originais de cientistas em aulas de Física para o ensino médio e também entre licenciandos em Física. O texto “*Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas*” discute, a partir da análise de trechos de físicos, quais os papéis que eles admitiriam para a linguagem na construção da ciência, em especial as linguagens comum e matemática.

Na quinta aula da disciplina, a professora provocou uma discussão entre os presentes sobre questões de linguagem. Terminada a discussão, a professora fez uma exposição através de transparência sobre questões de linguagem, ideologia e discurso.

No final da aula, em duplas, os licenciandos escreveram as *Primeiras Idéias para o Planejamento do Episódio de Ensino*, trabalho que foi entregue para a professora.

Na sexta aula da disciplina, a professora discutiu com os alunos os trabalhos entregues na aula anterior sobre os textos *Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas* e *Lendo um Físico na Escola*. Também foram discutidas as *Primeiras Idéias para o Planejamento do Episódio de Ensino*. A professora deu algumas sugestões para a continuidade no planejamento dos seminários, com relação às abordagens e bibliografia de consulta e em seguida os alunos se reuniram em duplas para seguir com o planejamento dos *episódios de ensino*.

Nessa aula, a professora levou para a sala alguns textos e livros relacionados à Física Nuclear e/ou às abordagens propostas.

---

<sup>6</sup> GABEIRA, F. Goiânia Rua 57: o nuclear na terra do sol. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 89 p

<sup>7</sup> ALMEIDA, M.J.P.M. Discursos da Ciência e da Escola: ideologia e leituras possíveis. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p95-114

<sup>8</sup> ALMEIDA, M.J.P.M. Discursos da Ciência e da Escola: ideologia e leituras possíveis. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p71-93

Na sétima aula da disciplina, os alunos e a professora fizeram uma breve discussão sobre o estágio. Após essa discussão, os licenciandos se reuniram em duplas para continuar o planejamento do seminário, porém desta vez a professora lhes entregou um questionário. Esse questionário teve como objetivo auxiliar o planejamento dos *episódios de ensino*:

Contribuições Para o Seminário e Planejamento do <i>Episódio de Ensino</i>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grupo (nome dos integrantes do grupo)</li> <li>2. Qual a estratégia de ensino para o seminário?</li> <li>3. Que concepções sobre ciência o grupo pretende ajudar os estudantes a construir?</li> <li>4. Quais são as principais idéias sobre ensino e aprendizagem que sustentam o trabalho do grupo?</li> <li>5. Qual é e no que consiste a estratégia selecionada para o <i>episódio de ensino</i> do grupo? (História da Ciência no ensino da ciência/ Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente/ Linguagem no ensino da ciência/ Solução de Problemas no ensino da ciência)?</li> <li>6. O que o grupo sabe (revisão bibliográfica) sobre como a estratégia escolhida vem sendo utilizada no ensino de ciências em particular da Física?</li> <li>7. A Física tem produzido conhecimentos sobre movimentos, luz, e muitos outros temas. Dentre os temas estudados pela Física, na opinião do grupo, qual a importância das questões nucleares: a) na Física b) no ensino da Física em nível médio?</li> <li>8. Como se justifica trabalhar com a estratégia escolhida pelo grupo para desenvolver questões nucleares com estudantes de ensino médio?</li> <li>9. Dada a estratégia escolhida pelo grupo, que itens (subtítulos que serão desenvolvidos no seminário) sobre questões nucleares devem ser trabalhados com os estudantes de ensino médio (justifiquem)?</li> <li>10. O que fazer para que o trabalho com os estudantes de ensino médio, envolvendo questões nucleares e a estratégia escolhida, seja dialógico?</li> </ol>

**Quadro 6: Questões Respondidas pelos Licenciandos para Auxílio no Planejamento dos *Episódios de Ensino***

Na oitava aula da disciplina, os licenciandos fizeram a avaliação escrita.

Na nona aula da disciplina, foi apresentado o seminário de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) pelos alunos Joaquim e Marco. A apresentação do seminário foi dividida pela dupla em duas partes, uma tratando da abordagem e apresentada por Marco e outra tratando do *episódio de ensino* e apresentada por Joaquim. Durante a apresentação do seminário, ocorreram algumas intervenções dos alunos que assistiam. Após a apresentação do seminário, foi aberta uma discussão entre todos os presentes e, por fim, o seminário foi comentado pela professora.

No início da décima aula da disciplina, a professora pediu que os alunos respondessem um questionário sobre o seminário apresentado na aula anterior (CTSA):

Questionário Sobre o Seminário CTSA
Entre os vários enfoques da pesquisa em ensino de ciências um é o movimento CTS: A) O que você acha que é pesquisado? B) Como você imagina que deveria ser uma aula de Física seguindo o movimento CTS? C) Alguns pesquisadores preferem considerar o movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). No que você acha que isso muda as pesquisas e as aulas?

**Quadro 7: Questionário Respondido pelos Licenciandos após Realização do Seminário CTSA**

Em seguida, foi apresentado o seminário com a abordagem História da Ciência. Este foi dividido em duas partes, uma apresentada por Daniel, tratando da abordagem, e outra apresentada por Alex, tratando do *episódio de ensino*. Após a apresentação do seminário, foi aberta uma discussão entre todos os presentes sobre o mesmo.

Na décima primeira aula da disciplina foi apresentado o seminário com abordagem Linguagens no ensino de ciências pelos alunos Fábio e Felipe. De forma diferente dos anteriores, a dupla de licenciandos apresentou todo o seminário em conjunto, recorreram muitas vezes à professora e o *episódio de ensino* foi inserido durante a explicação da abordagem e não separadamente. Após a apresentação do seminário houve uma discussão entre todos os presentes.

Na décima segunda aula da disciplina, os alunos responderam um questionário sobre as abordagens já apresentadas em seminários: História da Ciência, Linguagens no ensino de ciências e sobre a abordagem que seria apresentada no seminário em seguida, Resolução de Problemas:

Questionário sobre Solução de Problemas
Entre os vários enfoques da pesquisa em ensino de ciências um é Solução de Problemas: A) O que você acha que é pesquisado com esse enfoque? B) Como você imagina que deveria ser uma aula de Física voltada para a Solução de Problemas? C) Em sua opinião a maioria das aulas de ensino médio é como a que você propôs na questão dois?
Questionário sobre Linguagens no Ensino de Ciências
Entre os vários enfoques da pesquisa em ensino de ciências um é Linguagens: A) O que você acha que é pesquisado na subárea da educação em ciências? B) Que conhecimentos sobre a linguagem são importantes para se pensar uma aula de Física para o ensino médio? C) Que papéis você atribui à linguagem comum e matemática numa aula de Física para o ensino médio?
Questionário sobre História da Ciência no Ensino de Ciências
Entre os vários enfoques da pesquisa em ensino de ciências um é História da Ciência: A) O que você acha que é pesquisado? B) Como você imagina que deveria ser uma aula de Física usando-se História da Ciência?

**Quadro 8: Questionário Respondido Pelos Licenciandos Sobre as Abordagens**

Ressaltamos que este questionário foi respondido antes do seminário sobre Resolução de Problemas, que ocorreu em seguida.

A apresentação do seminário sobre Resolução de Problemas foi realizada pelos licenciandos Mário e Jonas. O seminário foi dividido em duas partes, uma para apresentação da abordagem por Mário e outra em que foram dados alguns exemplos sobre a abordagem, e foi apresentado o *episódio de ensino*, por Jonas. Terminada a apresentação, houve uma discussão sobre essa abordagem com todos os presentes.

Na décima terceira aula, a professora conversou com os alunos sobre o relatório que eles deveriam produzir sobre os seminários. Em seguida pediu que cada licenciando falasse alguns minutos sobre o estágio e levantasse uma proposta de melhoria para o ensino.

Nessa aula, os alunos entregaram os relatórios de observação e responderam um questionário final:

Questionário Final
<p>Neste semestre você organizou um seminário e, se não faltou no dia dos seminários, assistiu a outros três. Cada seminário enfocou uma das seguintes abordagens da investigação em ensino de ciências: História da Ciência no ensino da ciência; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Linguagens no ensino da ciência; Solução de Problemas no ensino da ciência. O enfoque para todos os seminários era <i>Questão Nuclear</i>. Além disso, você deve ter realizado um estágio que lhe permitiu contato com uma escola oficial de ensino médio. Pense em um ou alguns dos alunos da escola onde você estagiou.</p> <p>Que concepções sobre <i>Questão Nuclear</i> você imagina que ele(s) tem(êm)?</p> <p>Que concepções sobre esse tema você considera que seria importante ensinar a estes estudantes?</p> <p>Em sua opinião qual a contribuição das temáticas de cada um dos seminários para o ensino dessas concepções?</p>

**Quadro 9: Questionário Final da Disciplina**

Na última aula coletiva da disciplina, os licenciandos entregaram os relatórios sobre os *episódios de ensino* elaborados por cada dupla. Por fim a professora comentou os relatórios de estágio que foram entregues na aula anterior e discutiu o estágio com os licenciandos.

Concluindo as atividades da disciplina, a professora atendeu os licenciandos individualmente, discutindo a avaliação final e suas dúvidas.

Apresentamos a seguir um quadro que resume as atividades realizadas durante a disciplina:

Aula	Síntese das Atividades Realizadas Durante a Aula
1 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Questionário Inicial</li> </ul>
2 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Questionário Inicial sobre Física Nuclear</li> <li>▪ Escolha do tema da disciplina: <i>Questão Nuclear</i></li> </ul>
3 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leitura e discussão do plano da disciplina</li> <li>▪ Escolha das duplas e abordagens para seminário</li> <li>▪ Leitura e discussão dos textos: <i>A radiação e Goiânia, rua 57</i></li> </ul>
4 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Levantamento das Primeiras Idéias sobre a Física Nuclear.</li> </ul> <p>Para Aula Seguinte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leitura e trabalho sobre os textos: <i>Lendo um Físico na Escola e Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas</i></li> </ul>
5 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposições de questões para o planejamento</li> <li>▪ Entrega do trabalho e discussão sobre os textos: <i>Lendo um Físico na Escola e Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas</i></li> <li>▪ Exposição da professora sobre questões de linguagem</li> <li>▪ Redação das <i>Primeiras Idéias para o Planejamento do Episódio de Ensino</i>.</li> </ul>
6 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Discussão sobre os trabalhos entregues na aula anterior relativos aos textos: <i>Lendo um Físico na Escola e Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas</i></li> <li>▪ Discussão sobre a redação das <i>Primeiras Idéias para o Planejamento do Episódio de Ensino</i>, realizada na aula anterior e discussão sobre os seminários</li> </ul>
7 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Discussão sobre estágio</li> <li>▪ Planejamentos de seminários e <i>episódios de ensino</i> utilizando o questionário “<i>Contribuições Para o Seminário e Planejamento do Episódio de Ensino</i>”</li> </ul>
8 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Avaliação da Disciplina</li> </ul>
9 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apresentação do seminário da dupla CTSA</li> <li>▪ Discussão sobre o seminário apresentado</li> </ul>
10 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Questionário sobre o seminário apresentado na aula anterior (CTSA)</li> <li>▪ Apresentação do seminário da dupla História da Ciência</li> <li>▪ Discussão sobre o seminário apresentado</li> </ul>
11 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apresentação do seminário da dupla Linguagem no Ensino de Ciências</li> <li>▪ Discussão sobre o seminário apresentado</li> </ul>
12 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Questionários sobre as abordagens apresentadas (CTSA; História da Ciência, Linguagens) e sobre a abordagem não apresentada (Resolução de Problemas)</li> <li>▪ Apresentação do seminário da dupla Resolução de Problemas no Ensino de Ciências</li> <li>▪ Discussão sobre o seminário apresentado</li> </ul>
13 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Discussão sobre os relatórios que os licenciados produziram sobre os seminários</li> <li>▪ Discussão sobre os estágios</li> <li>▪ Questionário final</li> <li>▪ Entrega dos relatórios de observação</li> </ul>
14 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrega dos relatórios sobre os <i>episódios de ensino</i></li> <li>▪ Discussão dos relatórios de estágio entregues na aula anterior</li> </ul>
15 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atendimento individual dos alunos sem a presença da pesquisadora</li> </ul>

Quadro 10: Quadro de Resumo das Atividades Realizadas na Disciplina

## i. A Pesquisadora na Disciplina

As informações que constituíram os dados analisados neste trabalho foram coletadas durante a disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*. A orientadora desta pesquisa atuava como professora da disciplina.

No primeiro dia de aula, a professora explicou para os licenciandos a presença da pesquisadora na sala de aula, questionando os alunos sobre uma possível realização de uma pesquisa de mestrado junto à disciplina. No entanto, ela não especificou sobre o que trataria a pesquisa até os licenciandos concordarem que o tema da disciplina seria a *Questão Nuclear*. Nessa mesma aula, os licenciandos responderam ao questionário inicial e ela não foi gravada.

Na segunda aula da disciplina, os licenciandos responderam o questionário sobre Física Nuclear elaborado pela professora e pela pesquisadora para ser utilizado na disciplina e como material da pesquisa. Após a realização desse questionário, a professora questionou os alunos se o tema da disciplina poderia ser a Física Nuclear. Com a concordância deles, a pesquisadora passou a filmar todas as aulas da disciplina, com exceção da aula em que os licenciandos fizeram a avaliação escrita e a entrevista individual da professora com cada um. A pesquisadora não esteve presente nestes dois dias.

As aulas ocorriam semanalmente com quatro horas de duração. No entanto, como o estágio também fazia parte da disciplina, em algumas das aulas os licenciandos foram dispensados após duas horas de duração. A gravação em vídeo se estendia por toda a aula. As fitas foram transcritas integralmente, constituindo parte dos dados aqui analisados.

Além das gravações em vídeo os planejamentos para os seminários e *episódios de ensino* foram registrados através de um gravador de áudio ao lado de cada uma das duplas. Os seminários foram gravados em vídeo e áudio, através de gravadores espalhados pela sala de aula. As gravações feitas durante os planejamentos foram transcritas integralmente e também constituem dados aqui analisados. As gravações em áudio dos seminários só foram utilizadas em momentos que o áudio da câmera de vídeo não era compreensível.

Também constituem informações desta pesquisa as impressões da pesquisadora, registradas em um caderno de notas durante as aulas da disciplina.

Todas as atividades escritas realizadas durante a disciplina: questionários, planejamentos de seminários, trabalhos dos licenciandos elaborados a partir da leitura de textos, relatórios de estágio, trabalho final e a avaliação da disciplina também constituem o material de análise desta pesquisa.

Durante a participação da pesquisadora na disciplina, a mesma elaborou levantamentos dos trabalhos escritos pelos licenciandos após a realização das atividades. Estes levantamentos eram entregues para a professora que discutia os aspectos levantados com os licenciandos.

As interferências da pesquisadora, além das gravações e observações durante as aulas, foram mínimas, de forma que eventualmente a mesma fez algumas perguntas quando considerou essencial.

Também ficou acordado entre a professora, a pesquisadora e os licenciandos que a pesquisadora estaria disponível em horários fora da aula para auxiliá-los no que precisassem para a preparação dos *episódios de ensino*. No entanto a pesquisadora não foi requisitada em nenhum momento.

Uma outra condição de produção da pesquisa, que foi informada aos licenciandos, é que a pesquisadora realizou sua graduação no Instituto de Física Gleb Wataghin e na Faculdade de Educação da Unicamp e ainda cursou as disciplinas *Didática Aplicada ao Ensino de Física* e *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* tendo a orientadora deste trabalho como professora, assim como os licenciandos desta pesquisa.

#### **d. Condições de Produção do Ensino de Física em Escolas do Interior Paulista**

A seguir apresentamos e discutimos as observações realizadas pelos licenciandos durante o estágio e registradas em relatórios produzidos pelos mesmos.

Em seus relatórios de estágio, os licenciandos, além de informarem sobre dependências/equipamentos, incluíram depoimentos de professores e alunos sobre o dia-a-dia nas escolas, sobre suas vidas e o que esperavam da escola e do futuro. Além disso, os relatórios incluíram depoimentos dos próprios licenciandos sobre a vivência que tiveram nos dias de observação. As escolas em que estagiaram localizam-se em Campinas e região.

Embora a maioria dos professores das classes onde os estagiários assistiram às aulas fossem licenciados em Física, um deles era em matemática e outro em química.

Os depoimentos dos licenciandos apresentados a seguir são suas interpretações de aspectos da vida escolar a partir de suas observações ou de depoimentos das pessoas que lá encontraram, refletidas pelas suas próprias histórias de vida e pela cultura da sociedade em que vivem, incluindo a divulgação de notícias pela mídia a que tinham tido acesso.

Com relação às sete escolas observadas pelos licenciandos, estes constataram que o número de aulas de Física era de duas semanais, com exceção de três das escolas: uma na qual para o período noturno havia apenas uma aula de Física por semana, outra na qual o primeiro ano do ensino médio tinha uma aula de Física por semana e ainda uma que se tratava de ensino público técnico com três aulas de Física por semana.

Dentre estas escolas, o número de professores de Física era de dois ou três, no caso da escola pública técnica havia quatro professores de Física.

Com relação à estrutura física das escolas, os licenciandos afirmaram que todas as visitadas tinham bibliotecas, sendo que três licenciandos apontaram que estas não estavam funcionando (duas por falta de funcionário). Afirmaram que duas das escolas possuíam sala de informática, sendo que uma delas tratava-se do colégio técnico e a outra de ensino médio comum. Nesta última, a sala de informática era equipada com softwares de simulação para o ensino de Física, que o licenciando afirmou não serem utilizados por falta de pessoal capacitado. Com relação aos laboratórios, no caso do colégio técnico, os dois licenciandos que o visitaram afirmaram que eram bons, bem equipados e muito utilizados, no caso das outras escolas, os laboratórios, quando existentes, não eram utilizados por falta de material, ou por terem sido transformados em salas de aula.

Dentre os problemas das escolas os licenciandos apontaram: indisciplina, má vontade dos professores, estrutura física, baixos salários para os professores, pouco tempo para o desenvolvimento do trabalho planejado, falta de recursos, falta de funcionários e falta de interesse dos alunos.

Julgamos pertinentes recuperar aqui outras observações pontuais que indicam as precárias condições de ensino em algumas escolas públicas: numa das escolas o professor informou que os alunos pagavam R\$ 0,10 por avaliação de Física, o preço do xérox, embora, ainda segundo o professor, todos fizessem a prova, mesmo os que não pagassem; em outras duas escolas os estudantes afirmaram que o grande problema era que não havia merenda e não havia bebedouros suficientes.

Com relação aos professores dos quais observaram as aulas alguns dos licenciandos afirmaram:

[O professor] Não está satisfeito, reclama muito da indisciplina dos alunos, diz que está desanimado e não tem vontade de tentar algo novo. Até porque já tentou e não obteve resposta dos alunos. Futuro do professor: Conformidade, mas pensa em voltar a estudar para conseguir uma melhor posição na escola, ser diretor ou vice-diretor.

O nível de satisfação do professor em relação ao seu trabalho é bom, porém nota-se certo ar de ressentimento e desgosto com relação a mudanças no ensino público.

[...] o professor não estava satisfeito com o trabalho feito em sala de aula. Como ele mesmo disse: “os alunos estão chegando cada vez pior para a gente ensinar”, não conseguia atingir seu objetivo de ver os alunos saírem sabendo toda ou a maior parte da matéria. [aspas do licenciando]

Satisfação do professor: nível satisfatório, mas a professora não gosta de dar aula [...] a professora pretende arrumar outro lugar para trabalhar.

[...] a professora não pretende mudar o que está fazendo, mas é visível a dificuldade e a preocupação que traz sendo professora, diretora e possuindo diversos outros cargos na vida. Mas a todo o momento a professora afirma o quanto é bom e tem prazer em dar aula.

Percebi que quase todos [os professores] gostam do que fazem. Dentro deste grupo há alguns que gostariam de um novo emprego ou uma nova escola, talvez particular. E existem, “para não fugir à regra”, aqueles que estão dando aula simplesmente por falta de opção. [aspas do licenciando]

[...] foi o professor com quem mais conversei. Ele gosta muito de ser professor, mas se sente cansado com a dificuldade imposta pela profissão. Em uma conversa, ele me disse: “Há algum tempo atrás, desprezei três ofertas de empresas diferentes para trabalhar como técnico de química e eu recusei por gostar muito da sala de aula. Porém, se as propostas fossem hoje as aceitaria, certamente ...”[...] [aspas do licenciando]

[...] o professor ficou muito admirado em ver uma estudante da Unicamp fazendo estágio numa escola pública: “é um desperdício”. Desincentivou-me totalmente a ser professora numa escola como “aquela”, “estudante da Unicamp tem que pelo menos dar aula em algum cursinho ou faculdade”. [aspas do licenciando]

Esses discursos indicariam uma realidade difícil para professores e que parece se complicar se considerarmos que muitos aparentemente não sabem como lidar com a mesma. Talvez “tentar e não obter resposta” ou estarem insatisfeitos com o próprio trabalho os faça querer desistir, querer procurar o ensino privado ou até outros empregos longe da sala de aula, apesar de afirmarem gostar da profissão.

Com relação aos estudantes também observamos, a partir dos depoimentos dos licenciandos, que conciliar trabalho e escola tornou-se uma prática comum na vida de muitos e que para alguns escola e trabalho estão bastante relacionados:

Aparentemente os alunos vêem o seu futuro diretamente vinculado ao curso que fazem, já que se trata de um colégio técnico. Uma aluna inclusive se mostrou bastante arrependida de ter escolhido o curso de enfermagem, embora afirme gostar do que faz. Segundo ela, se pudesse escolher novamente ela tentaria uma outra profissão. Isso me fez perceber que não só ela mas a maioria dos alunos vê seu futuro como indissociável do colégio, e imutável. [aspas do licenciando]

Muitos pensam em prestar vestibular [...] Os alunos mais humildes pensam em terminar o segundo grau para assim ‘arranjar’ um emprego mais fácil. [aspas do licenciando]

Muitos alunos se vêem fazendo uma faculdade e procuram na escola um futuro melhor que vai trazer um bom emprego para constituir família. Uma relação curiosa, mas já esperada (segundo Pierre Bourdieu que fala sobre a influência do capital cultural e financeiro) é que os poucos alunos que vão bem, seus pais exercem uma profissão de maior remuneração e exige uma maior escolaridade, consequentemente moram em regiões mais valorizadas. Esta relação funciona em praticamente todos os alunos da sala. Em sua maioria, a classe é composta por pessoas cujos pais exercem profissão de baixa renda e em regiões menos valorizadas.

Os alunos, de acordo com a professora que acompanhei, são predominantemente de classe média e média alta e todos pretendem fazer um curso superior. A maioria deles, do primeiro ano, não trabalha, mais por se tratar de um curso técnico, eles possuem carga horária que devem cumprir estagiando [...] Todos os alunos com que conversei pretendem fazer um curso superior, mas não necessariamente na área de seu curso técnico, mesmo ainda estando no primeiro ano. [Colégio Técnico]

A maior parte dos alunos trabalhava durante o dia. Praticamente todos pensavam em prestar vestibular, mas acho que suas preocupações mais próximas eram com seus trabalhos. Não consigo imaginar quantos desses estarão na faculdade na virada do ano (ou por motivos financeiros ou pela prova do vestibular).

Poderíamos considerar que para estes estudantes seria importante um ensino de Física que fosse significativo para o exercício de sua profissão então atual ou no futuro.

No que se refere à indisciplina e violência, um dos licenciandos apontou:

Em todas as aulas de Física, e pelo que andei bisbilhotando, em todas as aulas do colégio, a bagunça é geral: alunos em bate-papo ininterrupto, de costas para o professor, tacando papel nos colegas, jogando cartas, fazendo unhas das colegas e as próprias, fazendo gestos obscenos, namorando, entrando e saindo da sala constantemente, gritando. Numa das Segundas-Feiras que estive no colégio, presenciei uma explosão no banheiro. Eu estava na sala de aula e, mesmo assim, o barulho foi muito estridente. Fiquei duas vezes chocado: primeiro com a explosão; segundo com a reação dos alunos como se aquilo fosse a ‘coisa mais natural do mundo’, algo extremamente corriqueiro. Essa onda de violência amedronta os professores. [aspas do licenciando]

O licenciando que fez este último depoimento, mais adiante, em seu relatório, repetiu o trecho acima, e completou:

Estes [os professores] estão cada vez mais, mais acuados, com medo de ser ele uma vítima. Vários professores alegam terem visto alunos portando algum tipo de arma, desde estilete até revólver. É um quadro que se pinta na mídia todos os dias e se confirma com a presença de policiais nas portas das escolas. No caso da escola [...], todas as noites uma viatura com dois policiais marcam presença na entrada da escola.

Segundo um dos relatórios, uma professora sugeriu ao licenciando que a causa da violência e da indisciplina dos alunos, seria a crença que eles têm de que no final passarão de

ano de qualquer maneira. Certamente essa é uma visão simplista da realidade, possivelmente favorecida pelas notícias da mídia que centraliza os problemas no interior da escola, nos professores e alunos sem procurar estabelecer relações com a sociedade em que essa escola está inserida.

Com relação às aulas de Física, os licenciandos afirmaram que em três casos os professores declararam que utilizavam livros didáticos.

Quanto aos conteúdos trabalhados, os licenciandos apontaram: forças de atração; lei de Ohm, potência, gerador, receptor, capacitor; velocidade média e equação horária; conceitos de grandezas escalares e vetoriais; lei de Hooke; terceira lei de Newton; conceito de modelos físicos (Colégio Técnico); interpretação de gráficos (Colégio Técnico); óptica geométrica, eletricidade; cinemática, mecânica.

Com relação ao trabalho em sala de aula, a maioria dos licenciandos observou que a teoria era exposta na lousa e em seguida eram resolvidos exercícios. No caso do colégio técnico, os dois licenciandos que o visitaram observaram que eram realizados experimentos de Física.

Abaixo apresentamos o depoimento de uma professora com relação aos exercícios e a avaliação, retirado do relatório de estágio de um dos licenciandos:

[...] esta é uma das formas de mantê-los (os alunos) ocupados e menos bagunceiros nas aulas. [...] As notas devem ser diluídas em várias atividades, senão eles (os alunos) não conseguem nota suficiente para aprovação... Eles não estudam!

Com respeito à avaliação dos estudantes, os licenciandos observaram que se realizavam através de: listas de exercícios, provas escritas, testes e visto no caderno. Um dos licenciandos afirmou:

Na prova escrita acontecia um fato curioso, a professora colocava a fórmula na lousa e até mesmo as variações da equação da velocidade média, ou seja, isolava o  $\Delta S$  ou o  $\Delta T$ , assim como transformava as unidades de km/h para m/s. A prova era uma simples substituição de dados na fórmula. Mesmo assim, mais de três quartos da sala obtiveram nota abaixo da média.

Com relação a outras dificuldades dos alunos, os licenciandos escreveram:

Os alunos tinham dificuldades em entender os exercícios e em fazer as contas. Informalmente, às vezes resolviam facilmente, mas na hora de por no papel não saía nada. Por exemplo: se na tarefa precisava usar  $U=RI$  e queria saber  $i$ , descobrir que  $i=U/R$  era muito difícil para alguns, sendo que para uma sala de 3º ano do ensino médio prestes a se formar no final do ano, essa questão não deveria ser complicada.

[...] não entendo nada; é muito complicada; não entendo as fórmulas; todos os exercícios que faço dá errado; não gosto de matemática; é uma matéria complicada de encaixar na cabeça, com cálculos excessivos, valores irrealis, etc. [respostas dos estudantes a um questionário elaborado pelo licenciando que perguntou se eles gostavam de estudar Física]

O aluno, muitas vezes, não se interessa por física devido ao caráter matemático desta ciência, ou pelo menos caráter esse corroborado pela maioria dos professores de física atualmente.

Não saberia transformar uma escola dita ruim numa escola com aprendizagem mais eficiente. Assim, tomo como minhas as palavras dos alunos. Em aulas de Física é preciso: aulas mais práticas, acabar com as fórmulas mal entendidas, aulas dinâmicas, ou até como disse um aluno “qualquer coisa que eu entenda!” [aspas do licenciando]

Ao questionar alguns alunos a respeito das aulas de física [...] reclamavam que não conseguiam aprender física de modo algum. A percepção do futuro por parte destes alunos é a mais niilista possível, poucos deles pensam em prestar vestibular e não vêem nenhuma relação explícita entre física e a utilização da mesma.

Os alunos são muito participativos em sala de aula, mas sempre estão reclamando das dificuldades de compreensão que a disciplina de física traz, mesmo quando tiram boas notas nas avaliações. [colégio técnico]

Observamos que muitas das dificuldades apontadas se referem à matemática e não à Física talvez porque algumas das aulas de Física poderiam ser consideradas praticamente como aulas de matemática.

Observamos a partir dos depoimentos dos licenciandos que o vestibular era sua preocupação constante (talvez também por constar como um dos itens básicos sugeridos pela professora da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* para elaboração do relatório) e nem sempre preocupação dos alunos da escola, como já observamos em trechos anteriores dos licenciandos e como também é exemplificado nos trechos abaixo:

Muitos pensam em prestar vestibular, porém não têm noção da dificuldade e nem da diferença entre faculdade pública e privada. Alguns não sabem o que significam as siglas USP Unicamp e Unesp.

A maioria não pensa em fazer vestibular, somente alguns. Eles pensam em terminar o ensino médio e começara a trabalhar

Embora os alunos do terceiro ano do Ensino Médio estivessem interessados em prestar o vestibular, tal assunto não faz parte da rotina das aulas. Muitos deles que prestarão as provas, nem ao menos decidiram qual curso optarão. Eles não têm informação sobre provas, inscrições e isenções, universidades e cursos e nem mesmo sobre a prova do ENEM, Exame Nacional do Ensino Médio.

Os depoimentos abaixo se referem a algumas das experiências de licenciandos que lecionaram durante o estágio:

[...] tive a oportunidade de substituir a professora por dois dias não só na sala de aula em que realizo estágio, mas nas outras turmas em que a professora leciona, ou seja, turmas de Ensino Médio. Nestes dias, a sala em que eu estava realizando estágio e achava indisciplinada, mudou completamente [...] esta era uma das melhores salas. Porque tinha outras muito piores a ponto de ignorar completamente o professor, isto não acontecia só comigo que era o substituto...ao pedir para fazer atividades, interagir com a sala, pedir participação durante a aula, fiz experimentos eu tinha total colaboração por parte dos alunos. Após estes dias, mais alunos começaram a pedir minha ajuda para alguns exercícios que a professora passava.

O professor [...] me convidou a dar uma aula em todas as suas classes sobre fontes de energia. Então, com base no seminário da disciplina (estágio), cujo tema foi Física Nuclear, dei as aulas solicitadas pelo professor [...] com o seguinte título: 'Fontes de energia com enfoque em nuclear'. Procurei utilizar como base o que aprendi sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, CTSA. O resultado dessas aulas foi muito positivo! Muitos alunos se mostraram bastantes interessados durante a aula, questionando o tempo todo, e depois dela, procurando saber mais sobre o assunto. [aspas do licenciando]

No sucesso apontado por esses dois licenciandos, evidentemente não se pode descartar o fator novidade para os estudantes da escola, quanto ao professor, conteúdo e estratégia de ensino, mas, sem dúvida esses depoimentos são evidências da possibilidade de um trabalho mais efetivo na escola pública. O que, absolutamente, não quer dizer que julguemos que isso dependa apenas de cada professor, isoladamente, nas condições de produção de trabalho oferecidas nessas escolas.

Mas, no que se refere à contribuição do estágio para formação dos futuros professores, cabe ainda ouvi-los a respeito de possíveis soluções ou mudanças:

Se eu pudesse mudar alguma coisa na escola não seria sua parte física, seria o interesse do corpo docente em tratar o aluno com mais respeito assim como os alunos. Os professores e alunos subestimam mutuamente a qualidade que o outro possui e que eles mesmos possuem. A ponto dos professores acharem que está bom do jeito que está e os alunos em sua maioria pensar que o ensino é bom e que ele não tem capacidade de aprender por isso não quer mais aprender.

Na escola é necessário: mais ordem, mais atrativos para os alunos, sair da rotina, mais disciplina, etc. Enfim, uma escola mais rígida que englobe todas as necessidades que uma pessoa possa ter e os transforme em cidadãos conscientes. Que após se formarem, sejam capazes de enfrentar qualquer situação que a vida ofereça.

Eu investiria mais em materiais para os laboratórios de física e informática [...] Também organizaria uma feira de ciências.

Se pudesse mudaria o prédio na qual o colégio está instalado [...] Eu também diminuiria as turmas, por serem muito numerosas para uma aula de qualidade.

“O ensino anda um caos”, resgatando a fala de uma professora. Será mesmo? [...] Os professores afirmam entrar na sala de aula, virar pro quadro negro, copiar um bocado de assunto e deixar que os alunos se virem em copiar. [...] Em minha opinião os professores culpam demais os alunos, mas os problemas não estão somente nestes mas também naqueles [...] refletem nos alunos suas decepções tendo, com isso, de volta os ‘alunos revoltados’ [...] os professores não inovam [...] e, assim, a dispersão dos alunos é previsível. [...] Os problemas não estão somente nos alunos, volto a dizer. Isso eu percebi nas aulas que dei. Os alunos comportaram-se e mostraram-se bastante atentos e interessados no assunto. Usei transparência, o que colaborou bastante. No fim, a experiência foi ótima, muitos alunos deram-me parabéns pela aula, ‘veja só!’ [aspas do licenciando]

Repetimos que não consideramos que se possa mudar a escola atribuindo apenas ao professor a responsabilidade por essa mudança. Mas é fato, como afirma Arroyo (2004), que os alunos mudaram, a realidade que eles vivem é outra e a escola não deveria continuar a mesma. No depoimento de um licenciando a seguir vemos que esta também era a sua idéia, mas ele reconheceu a complexidade de mudar a escola e que as mudanças necessárias não poderiam se restringir ao interior da escola.

É imprescindível, também, claro, uma mudança de concepção do que vem a ser educação, não somente para o corpo docente, mas para o nosso Governo. Não é justo que algo tão importante como a Educação de nossos jovens receba tão pouco investimento [...] é claro que falo “o que fazer” mas “como fazer” é bem mais complicado. Observamos que em muitas das escolas os licenciandos afirmaram que as condições estruturais poderiam ser melhores. Parece que a aula de física se restringe a aulas teóricas e exercícios realizados exclusivamente em sala da aula já que os licenciandos afirmaram que os laboratórios e bibliotecas normalmente não são utilizados. [aspas do licenciando]

A partir das considerações acima, podemos apontar algumas características gerais dos estudantes das escolas visitadas na visão dos licenciandos: muitos dos alunos trabalhavam e associavam a escola e o estudo a um futuro melhor, em especial no que se refere à qualificação profissional e que o vestibular parecia não ser preocupação constante dos estudantes.

No que se refere à aula, observamos que sua dinâmica normalmente consistiria em exposição da teoria e resolução de exercícios. A avaliação era normalmente baseada na resolução de exercícios, através de provas ou trabalhos. Os licenciandos apontaram a matemática como uma das dificuldades principais dos alunos nas aulas de Física, o que talvez ocorresse devido à exclusividade dos exercícios.

Observamos que alguns licenciandos atuaram como professores nas escolas e nesses casos a experiência pareceu-lhes positiva. É claro que devemos considerar que era uma experiência nova tanto para os licenciandos quanto para os estudantes, e talvez por isso o resultado de

sucesso. Por outro lado, parece que eles procuraram colocar em prática o trabalho que estavam realizando na disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, mostrando assim uma atribuição de importância ao mesmo, ou seja, não só afirmavam na disciplina que seriam necessárias mudanças no ensino, mas procuravam colocá-las em prática utilizando-se de conhecimentos mediados pela disciplina.

O fato de terem afirmado que os resultados teriam sido positivos seria significativo para que procurassem em momentos posteriores, quando forem professores, realizarem semelhante prática. No entanto devemos observar que em seus estágios não vivenciaram de fato dificuldades do dia-a-dia da escola apontadas em seus relatórios, entre elas: problemas estruturais, baixos salários, falta de recursos, falta de tempo, falta de funcionários, desinteresse de alunos. E que essas dificuldades poderiam impedi-los de realizar mudanças que gostariam em suas aulas e talvez provocar insatisfação (estado observado por eles mesmos com relação aos professores das escolas observadas).

Com relação às mudanças apontadas, os licenciandos afirmaram que poderiam se relacionar à forma de tratamento entre as pessoas que compõem a escola e à disciplina/ordem. Afirmaram ainda que o ensino deveria ser mais atrativo para os alunos, deveria haver investimentos em estrutura e materiais, mudanças na dinâmica das aulas e mudanças de concepções do Governo com relação à educação.

## 4. Aspectos do Imaginário dos Licenciandos

Neste capítulo apresentamos análises de discursos de quatro licenciandos. Tomamos como referente a inclusão da Física Nuclear no ensino médio e procuramos aqui investigar aspectos do imaginário desses licenciandos com relação a tal referente. Ou seja, procuramos compreender aqui como as condições de produção em questão interferem na produção de sentido do referente (inclusão da Física Nuclear no ensino médio) para esses quatro licenciandos.

A partir dessas análises procuramos responder as seguintes questões:

1. Em quais condições de produção os licenciandos consideram que a Física Nuclear deveria ou não ser incluída do ensino médio?
2. Em condições de produção específicas, quais os conteúdos de Física Nuclear que os licenciandos consideram que deveriam ser trabalhados no ensino médio e de que forma?

### **a. Mário e a Matemática**

No primeiro dia de aula da disciplina, os licenciandos responderam um questionário inicial. Nesse questionário Mário afirmou que havia dado aulas particulares de Física, mas nunca havia dado aulas em escolas.

Quando questionado sobre os assuntos de Física que ele achava que deveriam ser trabalhados no ensino médio, Mário respondeu:

Todos os assuntos que nós temos aqui na faculdade nas quatro físicas básicas: mecânica, fluídos, eletromagnetismo, óptica, relatividade, ondas, etc.

Observamos que ao considerar os assuntos que deveriam ser trabalhados no ensino médio Mário acessou a memória discursiva então recente do curso de graduação, ou seja, o discurso que estaria condicionando a produção de seu discurso seria referente ao curso de graduação, provavelmente por isso ele citou um conteúdo de Física Moderna, a relatividade, já que não é um conteúdo usualmente tratado no ensino médio. No curso de graduação a disciplina de Física básica que aborda a relatividade aborda também outras áreas da Física como a quântica e a nuclear, no entanto no ano em que a disciplina foi realizada, 2005, a Unicamp comemorava o aniversário de cem anos das publicações de Einstein relacionadas à teoria da relatividade, realizando diversos eventos e talvez por essa condição de produção, nesse momento o licenciando tenha se referido apenas à relatividade.

Em aula posterior, na qual já estava combinado com os licenciandos que o tema da disciplina seria a *Questão Nuclear*, foi discutido o plano de curso que previa a realização dos seminários e preparação dos *episódios de ensino* com as abordagens História da Ciência; Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Resolução de Problemas e Linguagens no ensino de ciências. Nessa mesma aula, os licenciandos formaram as duplas que preparariam os *episódios de ensino* e escolheram as abordagens de cada uma. Mário formou dupla com Jonas e ficaram por último na escolha da abordagem Resolução de Problemas. Transcrevemos abaixo um trecho do diálogo ocorrido durante a opção feita pela dupla. As abordagens que haviam sobrado para seleção eram experimentação e Resolução de Problemas:

Profa: Bom, sobraram Mário e Jonas, o que vocês vão fazer?  
 Jonas: não tenho idéia [a dupla discute].  
 Profa: Solução de problemas?  
 Mário faz expressão de dúvida.  
 Profa: pode ser?  
 [os licenciandos continuam discutindo]  
 Profa: Solução de problemas com certeza não vai ser coisa de resolver exercícios [risos dos licenciandos]  
 Anderson: Pega o Solutions do Williams [risos dos licenciandos]  
 Profa: solução de problemas é uma boa, eu mesma não consigo ver muito bem experimentação com nuclear, acho que dá pra fazer gráfico, analisar gráfico, mas isso também se inclui em solução de problemas. Solução de problemas?  
 [Eles concordam com a Resolução de Problemas]

Observamos que os licenciandos estavam em dúvida entre a Resolução de Problemas e a experimentação. Provavelmente, como a professora indicou, consideravam que não seria possível realizar experimentos de Física Nuclear, nas condições materiais e de tempo que tinham. No entanto não pareciam decididos de que Resolução de Problemas seria a abordagem que queriam. Talvez isso se deva a uma possível associação feita pelos licenciandos entre a Resolução de Problemas e a resolução de exercícios. A resolução de exercícios é prática, muitas vezes exclusiva, nas aulas de Física do ensino médio, aspecto esse que foi considerado de forma negativa tanto pela professora quanto pelos licenciandos em diversos momentos da disciplina.

Em aula posterior, a professora pediu que cada aluno escrevesse um *Levantamento das Primeiras Idéias Sobre a Física Nuclear*, Mário escreveu:

Acho que começaria falando um pouco sobre o que é Física Nuclear, mas sem nenhum formalismo matemático. Não interessa falar sobre equações de decaimento, ou equações de fissão e fusão. Uma coisa interessante a se tratar seria sobre a energia nuclear. Os prós e os contras de se ter uma usina nuclear. O impacto ambiental e social caso haja um acidente, etc. O importante é a informação, não interessa ao aluno do ensino médio saber

uma equação de fusão, e sim saber argumentar sobre o assunto: se fosse construída uma usina de energia no seu bairro, ele estaria consciente de tudo o que poderia acontecer.

Mário, nesse depoimento, pareceu colocar-se na posição do professor tentando antecipar a opinião de seu aluno sobre o que seria interessante ou não para ele sobre a Física Nuclear e sua forma de trabalho, considerando que as informações seriam interessantes e que o formalismo matemático não.

Com relação ao formalismo matemático, provavelmente a condição de produção interferindo em seu discurso tenha sido a consideração de que os alunos teriam dificuldade com a matemática, apontada pelo licenciando inclusive em seu relatório de estágio. Neste Mário afirmou que os alunos gostavam de histórias e curiosidades contadas pelo professor sobre a Física e se interessavam por elas. Afirmou também que, em contraste, não gostavam e não conseguiam resolver exercícios. Eles não entenderiam e teriam dificuldades com as contas. Ele ainda acrescentou que informalmente eles resolviam os exercícios, porém no momento do formalismo matemático ‘não saía nada’<sup>9</sup>. Provavelmente por influências como esta, durante o estágio o licenciando tenha se preocupado com a matemática e considerado que o formalismo matemático não interessaria aos alunos.

Voltando às primeiras idéias do licenciando, notamos que o assunto a ser tratado, segundo ele, seria a energia nuclear. A escolha pode ter sido influenciada pela relevância da questão energética para a sociedade e sua evidência em meios de comunicação. Ele ainda pareceu se concentrar na polêmica com relação ao assunto quando citou o impacto de um acidente para o ambiente e a sociedade, talvez recorrendo ao discurso da mídia.

Com relação à maneira como o assunto seria tratado, como já dissemos, ele desconsiderou o formalismo matemático e ainda observamos que Mário considerou a transmissão de informação. Parece que, influenciado por um ensino exclusivamente transmissivista, praticado em aulas de Física no ensino médio e também na maioria de suas aulas no ensino superior, porém aparentemente preocupado com o desenvolvimento da argumentação por parte dos alunos, Mário considerou que somente a aquisição de informações capacitaria os alunos com relação a esse desenvolvimento.

Ainda com relação à maneira como o assunto seria tratado, poderíamos supor que estaria mais próxima de uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, apesar de que a

---

<sup>9</sup> “Os alunos gostavam e respondiam tudo corretamente. Em contraste com o que acabei de citar, logo em seguida chegava a hora de resolver exercícios, na qual poucos conseguiam resolvê-los. Os alunos tinham dificuldades em entender os exercícios e fazer as contas. Informalmente, as vezes resolviam facilmente, mas na hora de por no papel não saía nada.”

abordagem que o licenciando utilizaria para a produção do seminário e construção do *episódio de ensino* era Resolução de Problemas. Podemos supor aqui, novamente, a influência do discurso da mídia que dá ênfase a aspectos socialmente controversos ou talvez da leitura de textos dedicados ao movimento CTS no ensino de ciências.

Na mesma aula em que escreveram as *Primeiras Idéias para o Ensino de Física Nuclear*, a professora pediu que os licenciandos lessem dois textos sobre linguagem e ensino de ciências *Lendo um Físico na Escola* e *Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas* (Almeida, 2004) e entregassem por escrito suas concordâncias e discordâncias com relação a estes textos. Mário afirmou que concordava com os textos com relação aos seguintes aspectos:

Para o ensino de física a linguagem comum deve tomar a dianteira, não negligenciando a matemática. A importância do uso de textos em linguagem comum nas aulas de física, que são exclusivamente pautadas em exercícios. Assim pode-se ter um melhor aproveitamento das aulas pelos alunos, obtendo-se até um maior interesse pelos alunos. Ao expor resultados a leigos, esses devem ser em linguagem comum. Há um certo preço em se abandonar a linguagem matemática, têm-se uma perda da precisão, cita-se resultados sem poder mostrar como foram conseguidos.

Observamos que o texto lido discute aspectos da linguagem comum e matemática, mas não afirma que a linguagem comum deveria tomar a dianteira no ensino de Física, diz que as duas deveriam ser trabalhadas paralelamente. Provavelmente Mário produziu esses sentidos a partir de sua própria preocupação com a matemática.

Outra preocupação já manifestada pelo licenciando e que foi retomada no trecho anterior, se relaciona com os exercícios. Um dos textos lidos trata do funcionamento de textos em linguagem comum em aulas de Física e o licenciando apontou a importância de trabalhar estes textos no ensino médio, mas ele recorreu aos textos dando ênfase à alternativa destes com relação às aulas pautadas exclusivamente em exercícios e não apontou outros aspectos relacionados ao funcionamento de textos em sala de aula.

Notamos ainda que no final de seu depoimento houve um deslocamento com relação às suas afirmações anteriores: ele considerou as possíveis conseqüências do abandono da linguagem matemática.

Em aula posterior, a professora pediu que os licenciandos escrevessem em duplas as *Primeiras Idéias para o Planejamento dos Seminários*. Mário e Jonas escreveram:

- Solução de problemas
- Tipos de problemas abordados
  - Tipos de solução de cada problema

– Tópicos de Física Nuclear a serem abordados

Em sua resposta os licenciandos foram bastante genéricos, provavelmente ainda não tinham idéia do que fazer e como.

Com relação à maneira de trabalho, observamos que é prática comum no ensino médio, nos livros didáticos e principalmente nos cursos pré-vestibulares a apresentação de exemplos típicos de exercícios relacionados a um determinado tema e em seguida a resolução, pelos estudantes, de exercícios semelhantes ao exemplo. Provavelmente por essa influência, em sua resposta os licenciandos tenham se concentrado nos tipos de problemas e tipos de solução.

Na aula seguinte, eles seguiram com o planejamento, a professora levou para a sala de aula livros relacionados às abordagens para que os licenciandos consultassem. Para a dupla de Resolução de Problemas a professora sugeriu os livros de Pozo (1998)<sup>10</sup> e Lopes (1994)<sup>11</sup>.

Em aula posterior os licenciandos continuaram o planejamento com o auxílio de um questionário elaborado pela professora. Quando questionados sobre qual a importância das questões nucleares no ensino de Física em nível médio, os licenciandos Mário e Jonas, responderam:

Acho que toda a informação é importante para a vida escolar e social de um aluno. É muito importante saber sobre tudo que está acontecendo no mundo

Novamente a Física Nuclear apareceu como informação importante para a vida social do aluno. Eles consideraram que a informação sobre a Física Nuclear possibilitaria ao aluno a compreensão do que estaria acontecendo no mundo. Lembramos que há uma tendência nas pesquisas e documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais, em recomendar que o ensino de ciências, dentre outras coisas, possibilite o desenvolvimento da cidadania dos estudantes através da consideração das relações entre a ciência, cultura, sociedade e política, dentre outras áreas, de forma que esse ensino seja útil para sua vida social. Também há uma tendência a considerar, principalmente em livros didáticos, que o ensino contemple relações com o cotidiano do aluno. Provavelmente esses sentidos para os objetivos do ensino de Física foram retomados pelos licenciandos para justificarem a importância do tratamento, naquele momento, das questões nucleares.

---

<sup>10</sup> POZO, J. I. (org.). A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998. 177p.

<sup>11</sup> LOPES, J. B. Resolução de Problemas em Física e Química: modelos para estratégias de ensino – aprendizagem. Lisboa: Texto Editora, 1994. 151p.

Esse aspecto foi novamente observado no depoimento a seguir e novamente foi citada a preocupação com o excesso de matemática. Quando questionados sobre qual era e no que consistia a estratégia selecionada para o *episódio de ensino* do grupo, Mário e Jonas responderam:

Estratégia para ‘solução de problemas em ensino de nuclear’  
Levar problemas com temas atuais, e não só voltados para a matemática, mas em que se utiliza também a criatividade. [aspas dos licenciandos]

Observamos que apesar de apontada a preocupação com a matemática, no último depoimento, ela não foi excluída como no depoimento inicial do licenciando, no qual afirmou que a Física Nuclear deveria ser tratada sem nenhum formalismo matemático. Talvez isso se deva à contribuição dos textos de Almeida (2004) ou tenha ocorrido porque, como tratariam de Resolução de Problemas, tenham considerado que a matemática deveria se fazer presente.

Observamos ainda que nesse momento, para a prática de resolução de problemas, os licenciandos consideraram a utilização da matemática e além dela, a criatividade. O aparecimento desse aspecto parece surgir mediado pelos livros sobre a abordagem Resolução de Problemas. Transcrevemos a seguir um dos trechos do livro de Lopes (1994) em que este relaciona o desenvolvimento da criatividade e de outras capacidades com a prática de resolução de problemas:

A resolução de problemas permite o desenvolvimento de diversas capacidades básicas (competências científicas, competências sociais, comunicação, etc.) e de outras capacidades complexas, tais como o pensamento criativo, a tomada de decisões e a própria resolução entendida como capacidade de alto nível. p13

É interessante notarmos ainda que alguns dos aspectos mediados através de textos e discussões durante a disciplina são citados pelos licenciandos como alternativas para um ensino com excesso de matemática ou de exercícios.

Voltando ao depoimento dos dois licenciandos, observamos novamente que o assunto a ser estudado foi associado a um tema atual, provavelmente pela dupla ter sido influenciada pelo discurso das recomendações da pesquisa e documentos oficiais e da apropriação destes discursos por outros interlocutores. É comum ouvirmos frases como “qualificar o cidadão para o mundo atual” em propagandas político partidárias, por exemplo.

Quando questionados sobre quais itens, sobre o tema *Questão Nuclear*, deveriam ser trabalhados com os estudantes do ensino médio e a justificativa para a resposta, Mário e Jonas responderam:

Fusão, fissão, decaimento radioativo, energia nuclear, etc. E por último temas de maior relevância social, como bombas nucleares, guerras e acidentes nucleares e suas conseqüências para a humanidade. É claro que todos esses termos devem ser tratados com a matemática de ensino médio.

É interessante notar que no início da disciplina Mário considerou que não interessava tratar de equações de fusão, fissão e decaimento e que o interessante seria tratar a energia nuclear, sem formalismo matemático. Nesse último depoimento eles indicaram que tratariam esses temas sem se preocupar em excluir o tratamento das equações, mas apenas em advertir que a matemática utilizada deveria ser a do ensino médio. Provavelmente isso ocorreu por contribuições de questões relacionadas à linguagem mediadas por textos ou discussões ocorridas durante a disciplina ou por estarem trabalhando com uma abordagem na qual consideravam que seria difícil excluir o tratamento matemático.

Nas aulas seguintes, foram apresentados os seminários de Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Linguagens no ensino de ciências e História da Ciência. Após a apresentação desses seminários, os licenciandos responderam questionários sobre os mesmos. Com relação a que conhecimentos sobre a linguagem seriam importantes para se pensar uma aula de Física para o ensino médio, Mário respondeu:

Precisa-se de uma linguagem que os alunos compreendam. Uma mistura de linguagem cotidiana com linguagem matemática. É preciso saber dosar para não termos aulas com um formalismo matemático extremado e nem só com linguagem cotidiana, perdendo-se às vezes o sentido físico, o qual necessita de alguns formalismos.

E ainda quando questionado sobre que papéis o licenciando atribuía à linguagem comum e matemática numa aula de Física para o ensino médio, ele respondeu:

É preciso usar a linguagem cotidiana para conquistar o interesse dos alunos, explicando o que se quer dar na aula. Depois, não deve faltar a linguagem matemática, como justificando o que disse antes. [o termo 'antes' no final da frase do licenciando se refere ao depoimento anterior a este]

Notamos que nestes dois últimos depoimentos, nos quais o licenciando tratava de questões de linguagem, novamente considerou a necessidade de formalismo matemático. O que nos faz considerar que as atividades que estavam sendo desenvolvidas na disciplina estavam influenciando seu imaginário.

Logo após o questionário sobre as abordagens, ocorreu a apresentação do seminário de Resolução de Problemas, apresentado por Mário e Jonas. Antes de sua apresentação os mesmos distribuíram o seguinte resumo:

Este seminário trata de problemas. Começamos pela sua importância, conceito de problema, diferença deste com exercício, tipos, até algumas estratégias de resolução. A resolução de problemas tem um aspecto importante nas aulas de ciência. É utilizada desde para se conseguir uma aprendizagem mais eficiente, até para se obter um pensamento criativo e poder de decisão por parte dos alunos.

É interessante notar que anteriormente a capacidade de argumentação foi citada pelo licenciando associada à quantidade de informação suficiente para isso, além disso, em nenhum outro momento as abordagens teriam sido associadas ao desenvolvimento de capacidades/habilidades por Mário. No resumo apresentado, os licenciandos associaram a Resolução de Problemas à tomada de decisão e ao desenvolvimento da criatividade. Os textos da pesquisa em Resolução de Problemas, incluindo aqueles sugeridos pela professora para preparação do seminário, associam a atividade de resolução de problemas ao desenvolvimento de capacidades dos alunos. Provavelmente essa condição de produção contribuiu para que Mário, ao trabalhar com Jonas, considerasse que o desenvolvimento de habilidades ou capacidades estaria relacionado a outros aspectos que não apenas transmissão de informações. Podemos admitir que, por contribuição da pesquisa sobre a abordagem, Mário teria passado a considerar que seria importante no ensino não apenas transmitir a informação em linguagem comum, mas utilizar formas de trabalho que desenvolvessem capacidades dos alunos.

No trecho apresentado por Mário no seminário e transcrito a seguir, observamos novamente esse aspecto apontado com relação à abordagem:

A resolução de problemas é [...] fundamental [...] dos conhecimentos dos alunos ela é fundamental também para mostrar para os alunos como os cientistas constroem a ciência [...] também gostam de [...], ou seja, resolver problemas mesmo, então porque não usar isso, uma coisa que eles já gostam, para melhorar o aprendizado? [...] cria no aluno [...] poder de comunicação pensamento criativo, tomada de decisões. A gente não pode negar que existem também alunos que têm uma certa dificuldade em resolução de problemas [...] diminuir um pouco essa dificuldade [...] primeiro [...] escolher a maneira mais adequada para sua colocação [...] segundo, dar ao aluno algumas coisas como por exemplo discutir qualitativamente o problema e qual a sua resolução, ensinar o aluno a pensar [...]

Observamos que outros aspectos até então não considerados foram apontados pelo licenciando como, por exemplo, a importância de mostrar de que maneira a ciência é construída. Observamos ainda que anteriormente a dificuldade dos alunos, em particular com a matemática, parecia impedir o tratamento de certos assuntos ou estratégias, no entanto, no último depoimento, Mário considerou que dificuldades não seriam fatores que excluiriam a utilização da abordagem, pelo contrário, as dificuldades poderiam ser trabalhadas através da utilização da abordagem.

Mário terminou sua apresentação discutindo vários tipos de problemas e procurando sempre diferenciá-los dos exercícios. Após a apresentação da abordagem por Mário, Jonas apresentou o *episódio de ensino* de Física Nuclear. O assunto escolhido foi a construção de um gráfico de meia-vida. Observamos que eles adotaram a sugestão da professora durante a escolha das abordagens, com relação ao tratamento de gráficos.

Mário e Jonas entregaram um trabalho escrito sobre a preparação do *episódio de ensino* sobre a Física Nuclear com resolução de problemas. Nesse trabalho eles procuraram definir o que seria um problema. Ao apresentar uma definição talvez tenham sido levados a se colocar na posição que imaginavam ser a de um físico. Em seguida escreveram sobre a relevância da solução de problemas para o ensino de Física e por fim apresentaram o *episódio de ensino*.

No *episódio de ensino* eles propuseram a apresentação do problema ‘Construção de uma Usina Nuclear’. Explicaram que, antes da atividade, o *episódio de ensino* consistia também de uma discussão inicial com os alunos sobre o que seria a Física Nuclear e disseram que, em seguida, talvez novamente procurando colocar-se na posição imaginada para o físico, definiriam para os alunos a Física Nuclear.

Em seguida apontaram os tópicos que deveriam ser discutidos com os alunos para realização do problema: radiação, fissão nuclear, desintegração radioativa e meia-vida. Os licenciandos procuraram explicar cada um desses tópicos. Sem utilizar formalismo matemático escreveram o que seria a Física Nuclear, radiação e seus tipos, fissão nuclear e apresentaram a equação  $E=mc^2$ . Em seguida utilizaram formalismo matemático para explicar a desintegração radioativa e meia-vida. Por último discutiram o funcionamento de uma usina nuclear e a compararam com uma usina térmica, sem utilização de formalismo matemático e utilizando uma ilustração. Finalizaram o trabalho, também sem formalismo matemático, discutindo como controlar uma reação nuclear.

Observamos que o procedimento pretendido pelos licenciandos em seu *episódio de ensino* incluía discussões com os estudantes, momentos em que eles procurariam fazer com que os alunos expusessem suas idéias sobre o assunto, ou seja, os licenciandos não se basearam na exposição de informações e sim procuraram produzir um *episódio de ensino* que seria trabalhado de forma dialógica, o que era uma condição colocada pela professora da disciplina de *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*. Eles procuraram usar pouco formalismo matemático e utilizaram uma ilustração. O problema proposto não se assemelhava com exercícios normalmente resolvidos mecanicamente no ensino médio, inclusive era bastante aberto, já que se tratava de uma proposta de construção de usina nuclear. Ainda

utilizaram um tema atual e de relevância social, a produção de energia em usinas nucleares. Os licenciandos não procuraram discutir prós e contras relacionados à produção da energia nuclear.

A partir dos aspectos apontados acima, observamos que a consideração de assuntos que deveriam ser tratados no ensino médio, quando diferentes dos usuais (no caso de Mário, a relatividade e a Física Nuclear), estiveram associados a condições de produção específicas. A consideração da relatividade estaria ligada ao fato de que no ano em que se desenvolveu a disciplina, 2005, a Universidade comemorava cem anos da teoria da relatividade. A Física Nuclear estaria ligada ao fato de que o tema da disciplina era este. Observamos ainda que o que tratar de Física Nuclear e a consideração de sua importância esteve associado à relevância do assunto escolhido para a vida social do estudante ou sua atualidade. Concordamos com a relevância do ensino da Física Nuclear para a vida social do aluno e apontamos que é possível afirmar que é um discurso socialmente comum aquele que afirma que a educação deve se voltar para a cidadania e para a vivência do cidadão no mundo atual, e que provavelmente por essa condição de produção os licenciandos justifiquem ou afirmem a escolha do que tratar no ensino de Física Nuclear dessa forma. Lembramos ainda que a Física Nuclear pode ser considerada um assunto atual, no ponto de vista dos meios de comunicação e dada a importância da energia para a sociedade. No entanto os temas polêmicos relacionados a essa Física talvez sejam mais explorados pela mídia e talvez por esse motivo estejam mais presentes nos discursos do licenciando. É interessante notar que a escolha do tema para o problema no trabalho final dos licenciandos tratava-se da construção de uma usina nuclear, tema também atual em 2005, devido à iniciativa do governo brasileiro em construir Angra III.

Com relação às maneiras de abordagem, estas também estiveram associadas a condições específicas nos discursos de Mário. Logo no início da disciplina, quando escreveu suas primeiras idéias para a Física Nuclear, o licenciando já tinha conhecimento de que trataria da abordagem Resolução de Problemas. No entanto, provavelmente por estarem no início dos planejamentos, parece que as discussões presentes na mídia e na sociedade brasileira influenciaram o discurso do licenciando de maneira que ele considerou que procuraria discutir prós e contras dessa Física e seus impactos sociais. Esse tipo de discussão estaria mais ligada a uma abordagem CTS do que Resolução de Problemas. Não estamos considerando que a mídia abordaria o tema da *Questão Nuclear* com concepções do movimento CTS, no entanto

é fato que a mídia interfere nas concepções da população em assuntos relacionados a questões exploradas pelo movimento CTS.

Ainda com relação à maneira de tratar a Física Nuclear observamos que a preocupação do licenciando com o formalismo matemático foi constante, talvez porque estivesse trabalhando com a abordagem Resolução de Problemas, que normalmente é associada à linguagem matemática. Preocupação que possivelmente se agravou caso o licenciando tenha considerado que o formalismo matemático da Física Nuclear estudada na Universidade não é o mesmo formalismo matemático utilizado no ensino médio. Parece ainda que para Mário as observações durante o estágio foram condições de produção bastante relevantes para sua preocupação tanto com a matemática quanto com a prática exclusiva de exercícios.

Outra condição de produção que se mostrou influente nos discursos do licenciando com relação à linguagem matemática e aos exercícios foi a mediação de questões de linguagem por textos, discussões e seminários. A necessidade da matemática para o ensino de Física foi apontada pelo licenciando quando a atividade em questão estava associada à linguagem.

Ainda com relação à maneira de abordagem da Física Nuclear, observamos que o licenciando considerou a necessidade de um ensino que desenvolvesse as capacidades dos alunos. A bibliografia utilizada pelos licenciandos, as pesquisas em Resolução de Problemas e em geral as pesquisas em ensino de ciências consideram a necessidade de um ensino de ciências que proporcione o desenvolvimento de habilidades e capacidades dos alunos e, provavelmente por essa influência tal aspecto foi apontado pelo licenciando a partir do planejamento do *episódio de ensino* e do seminário.

### ***b. Fábio e o cotidiano***

Em resposta ao questionário inicial, Fábio afirmou que lecionava Física e matemática em um cursinho pré-vestibular.

Quando questionado sobre quais os principais assuntos de Física que achava que deveriam ser trabalhados no ensino médio, Fábio respondeu:

Os principais assuntos a serem trabalhados devem ser aqueles que estão mais próximos da vida cotidiana do aluno.

Na parte de mecânica; cinemática e hidrostática ao invés de impulso.

Na parte de eletricidade; energia elétrica ao invés das leis de Kirchoff.

Na parte de ótica; cores, espelhos, lentes e refração, ao invés de estudo de prisma retangular.

Assim, para Fábio, deveriam fazer-se presentes conteúdos usualmente tratados no ensino médio, retirando-se alguns pontos específicos de forma que, segundo seu imaginário, esses conteúdos estivessem mais ligados ao que considerou ser o cotidiano do aluno. Observamos que essa justificativa se aproxima do discurso de alguns dos textos da pesquisa em ensino de ciências e dos documentos oficiais, quando recomendam que o ensino de ciências contemple relações com o cotidiano do aluno, discurso esse que poderíamos dizer já foi apropriado por prefácios de livros didáticos ou mesmo propagandas de cursinhos pré-vestibulares.

É interessante que, apesar da justificativa de que os assuntos deveriam estar próximos do cotidiano do aluno ele não citou nesse momento a Física Nuclear, que em momentos posteriores foi apontada pelo licenciando como uma parte da Física que estaria bastante presente no cotidiano do aluno. Provavelmente Fábio, que já lecionava, citou assuntos que ele trabalhava em suas aulas, incorporando a proximidade com o cotidiano como algo desejável. Entretanto, é preciso notar que, sua seleção a rigor parece prender-se muito mais aos conteúdos usualmente trabalhados do que ao cotidiano. Por exemplo, nada justifica considerar que cinemática tenha mais a ver com o cotidiano das pessoas do que impulso.

Com relação à maneira de dar aulas de Física, Fábio afirmou que planejava suas aulas da seguinte forma:

[...] grifando os tópicos principais do material, tentando atrelar os assuntos com alguma curiosidade histórica e resolvendo os principais exercícios da apostila.

Assim, quando questionado sobre o planejamento de aula, o licenciando considerou a utilização de estratégias que envolvessem a História da Ciência. No entanto parece que o sentido atribuído por Fábio para essa história se aproximaria mais daquele mediado por alguns livros didáticos e apostilas de cursinho. A história nos livros didáticos de Física e apostilas de cursinho muitas vezes consiste em quadros no canto da página contendo curtas biografias de cientistas ou fatos sensacionais relacionados ao assunto da página, quadros normalmente intitulados, curiosidades históricas.

Observamos que ele considerou a resolução dos principais exercícios, o que é comum em aulas de cursos pré-vestibular e inclusive em grande parte das aulas de Física do ensino médio.

Notamos ainda que para Fábio, parece que o conteúdo trabalhado e a estratégia de trabalho seriam independentes, ou seja, Fábio seguiria um planejamento padrão para qualquer assunto estudado.

Ainda no questionário inicial, Fábio deu sua opinião com relação ao que seria um bom professor de Física:

Aquele professor que faz com que um aluno que deteste a matéria passe a gostar. Mostrando aos alunos todas as implicações que a Física tem em nosso cotidiano.

Novamente observamos a retomada do discurso que relaciona a Física com o cotidiano e ainda o posicionamento por parte do licenciando de que o bom professor é aquele que mostra essa relação e ao fazê-lo possibilitaria que os alunos deixassem de detestar a Física, indício de sua preocupação com algo bem comum no ensino médio, ou seja, os estudantes não gostarem da Física.

Na aula seguinte àquela em que os licenciandos responderam o questionário inicial, foi realizado um outro questionário relacionado à introdução da Física Nuclear no ensino médio. Conforme já descrevemos anteriormente, os licenciandos ainda não sabiam que tratariam da Física Nuclear.

Em resposta à primeira pergunta do questionário entregue antes das questões diretamente relacionadas à Física Nuclear, na qual os licenciandos deveriam citar quais os conteúdos que consideravam que deveriam ser usualmente trabalhados no ensino médio, Fábio respondeu:

Os conteúdos mais exigidos no vestibular, mecânica, eletricidade e termologia.

Em seu depoimento, Fábio se posicionou de forma a considerar que o currículo do ensino de Física em nível médio seria constituído com base no exame vestibular, o que normalmente ocorre em muitas escolas, em especial privadas e cursos pré-vestibulares, provavelmente como aquele em que Fábio trabalhava.

Na questão seguinte, também entregue antes das questões diretamente relacionadas à Física Nuclear, na qual os licenciandos deveriam se manifestar com relação aos conteúdos que eles acrescentariam ou retirariam das aulas de Física no ensino médio, Fábio respondeu:

Alguns tópicos de eletricidade, como leis de Kirchoff, são dispensáveis. Geralmente ondas é um assunto relegado ao segundo plano e poderia ser mais explorado. Acrescentaria alguns tópicos de Física Moderna (Relatividade e Física Quântica).

Notamos que Fábio retomou alguns aspectos que havia apontado anteriormente, no entanto neste depoimento ele considerou outros conteúdos: relatividade e física quântica. Talvez procurando citar conteúdos além daqueles normalmente trabalhados no ensino médio, como os que citou na questão anterior e que fossem do interesse dos alunos. Notamos ainda que talvez a relatividade e a física quântica nesse momento fossem por ele consideradas mais

significativas para o ensino de Física em nível médio do que outros assuntos também da Física Moderna, como a Física Nuclear, possivelmente por influência dos conteúdos que tinham feito parte de seu currículo no curso de Física na universidade e das ênfases com que eles haviam sido trabalhados.

Na segunda parte do questionário, o assunto se relacionava com a Física Nuclear. Respondendo a questão se ele achava que a Física Nuclear poderia/deveria ser trabalhada no ensino médio e porque, Fábio afirmou:

Sim, acho que é um assunto sempre em evidência nos meios de comunicação, e com uma gama muito grande de ‘coisas’ interessantes a serem exploradas. [aspas do licenciando]

Assim, questionado diretamente sobre o assunto, Fábio considerou a inserção da Física Nuclear no ensino médio. A justificativa da evidência nos meios de comunicação, poderíamos supor, estaria associada aos posicionamentos anteriores do licenciando de que os assuntos tratados na Física deveriam ter relação com o cotidiano. Talvez nesse momento sua memória tenha sido despertada para o fato de que a Física Nuclear era assunto comumente abordado nos meios de comunicação, e por isso ele a tenha considerado como algo que fazia parte do cotidiano.

Quando questionado sobre o que poderia/deveria ser trabalhado sobre a Física Nuclear no ensino médio e como, Fábio respondeu:

Cálculo de decaimento, liberação de energia, conservação (ou não conservação) de massa, enriquecimento de materiais nucleares e aplicações.

Embora não entrando em detalhes de como iria trabalhar, com relação ao que incluir de Física Nuclear, notamos que ele pareceu recorrer ao discurso da Física, no qual questões como energia e conservação são bastante presentes. No entanto o “enriquecimento de materiais nucleares e aplicações” possivelmente foi pensado devido à evidência deste assunto na mídia, como o próprio licenciando apontou anteriormente.

Quando questionado sobre as dificuldades e vantagens que ele imaginava que poderiam ocorrer se a Física Nuclear fosse trabalhada no ensino médio, Fábio afirmou:

Dificuldade de compreensão com a parte relativística do assunto, bem como o cálculo de decaimento.

Observamos que mesmo tendo considerado que os alunos teriam dificuldades com o cálculo do decaimento, na resposta anterior a esta, ele citou esse ponto como um dos que poderiam ser trabalhados. Parece que a dificuldade do assunto não excluiria sua abordagem.

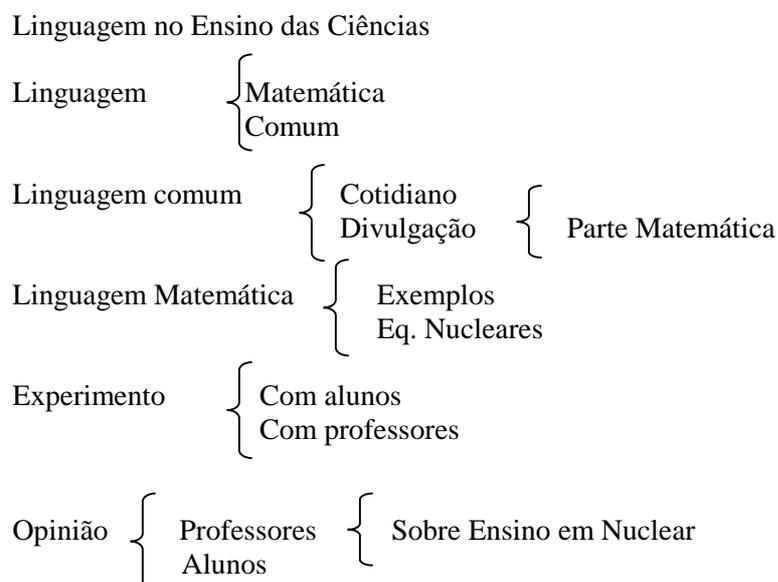
Ou talvez, na questão anterior, ele tenha utilizado a memória recente do curso de Física Nuclear e agora, questionado sobre as possíveis dificuldades, ele tenha sido levado a se posicionar como professor, procurando antecipar as dificuldades de seus alunos.

As respostas aos questionários, anteriores ao início propriamente das mediações de ensino na disciplina, evidenciam que no imaginário desse aluno as memórias que lhes possibilitavam pensar o que ensinar não se restringiam aparentemente apenas ao que havia aprendido no curso de Física, mas incluíam a mídia e também sua própria experiência como professor.

Na aula seguinte à realização do questionário sobre Física Nuclear, foi discutido o plano da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* entre a professora e os licenciandos. Nesse momento, os licenciandos tomaram conhecimento que trabalhariam a *Questão Nuclear* e preparariam *episódios de ensino* com abordagens presentes na pesquisa em ensino de ciências. Na mesma aula, eles se dividiram em duplas e escolheram as abordagens de cada uma. Fábio juntou-se com o licenciando Felipe e eles foram a penúltima dupla a escolher ficando com a abordagem Linguagens no ensino de ciências, escolhida entre Linguagens e Resolução de Problemas.

Durante a semana que se seguiu após essa última aula os licenciandos leram os textos *Lendo um Físico na Escola* e *Ciência e Linguagem: Lendo a Leitura de Cientistas* (Almeida, 2004). Na aula seguinte, houve uma discussão sobre os textos lidos que, dentre outros pontos, se focou na questão da utilização da linguagem comum e da linguagem matemática.

Após a discussão sobre os textos, os licenciandos escreveram suas *Primeiras Idéias Para o Planejamento do Episódio de Ensino*. A dupla, Felipe e Fábio, escreveu:



Provavelmente a partir das mediações dos textos lidos e das discussões ocorridas na aula, os licenciandos separaram as possíveis linguagens a serem tratadas em comum e matemática, não considerando outras, como por exemplo imagens, que também não são abordadas nesses textos.

Notamos ainda que embora não entrando em detalhes, eles pretendiam realizar experimentos. Talvez estivessem pensando em um experimento de Física, mas também, considerando uma das leituras realizadas, que tratava de uma pesquisa sobre o funcionamento de textos com estudantes do ensino médio e com licenciandos, é possível que eles tenham considerado a realização de uma pesquisa como essa e possivelmente pensando na Física associaram a pesquisa ao experimento.

Observamos ainda que para os licenciandos seria importante saber a opinião de professores e alunos com relação ao ensino de Física Nuclear, o que estaria associado à exigência de que o *episódio de ensino* fosse pensado de forma dialógica.

Nas aulas seguintes os licenciandos apresentaram os seminários e *episódios de ensino*. O primeiro seminário a ser apresentado foi o de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e após o seminário a professora pediu que os licenciandos se manifestassem com relação ao mesmo. Transcrevemos abaixo o trecho em que Fábio deu o seu depoimento:

**Fábio: achei legal assim, só um ponto que vocês poderiam ter discutido mais é aquela coisa da negatividade em relação à energia nuclear, sabe? Porque é uma coisa tão forte esse fato da bomba atômica, quando a gente fala de usina nuclear [...] difícil para o aluno [...] Achei legal que na parte de CTSA, dá para ver muitas coisas, não é? Até política, porque certos países podem ter bomba atômica e outros não podem?**  
 Joaquim: É essa a idéia, na realidade.

Marco: Isso, uma das coisas do CTSA é discutir isso, ciência não é só negativa, mas também não é só positiva, mostrar para os alunos os dois lados, fazer eles analisarem isso  
 Joaquim: e se você pegar algum tema que esteja mais ligado com isso, talvez seja bem mais fácil falar desta questão política, não é? Política não, sei lá, essa questão da sociedade e tudo mais. Como o câncer, por exemplo, todo mundo já conheceu uma pessoa que tem câncer não é?

**Fábio: Essa questão nuclear [...] no CTSA, o CTS surgiu a partir do momento que começou a ter uma tecnologia nuclear, não é? O pessoal começou a pensar no impacto da sociedade, no impacto da ciência sobre a sociedade [...]**

Joaquim: é aquela velha questão, não é? A guerra é ruim [...]

**Fábio: Tem gente que não faz tratamento com nuclear com medo de contaminação sabia ? Um professor de química meu não quis ser tratado com cobalto 60 por causa disso.**

Joaquim: A tecnologia quando volta para a questão de armas, questão militar, é complicado e é onde tem uma concentração muito forte de cientistas, nós sabemos disso [...] investimento muito grande em cima disso e onde boa parte da nossa ciência e da nossa tecnologia é aplicada é na indústria militar

**Fábio: Todo mundo fala que energia nuclear, o impacto, que não se sabe o que fazer com o lixo nuclear, mas uma coisa que também dá para você ver como a nuclear é muito mal vista, é o impacto ambiental daquela usina na China, sabe? Que é muito maior do que se você guardar não sei quantas toneladas de dejetos radioativos.**

[Marco faz que sim com a cabeça]

**Fábio: Isso é um absurdo, não é?**

Joaquim: a China está num processo agora [...] crescimento, desenvolvimento, super acelerado.

**Fábio: A sociedade precisa saber coisas de nuclear. Energia nuclear é comum. Eu acho que a gente precisa trazer essa aula para a moçada do vestibular.**

Joaquim: A conclusão que a gente chega é que esse tópico, CTSA, é uma linha muito boa para ser aplicada no Ensino Médio [...] todos esses assuntos que não são dados no Ensino Médio, é o que mexe bastante, por experiência própria, com os alunos, questões de Relatividade, Física Nuclear, Mecânica Quântica, tudo isso motiva bastante os alunos.

Primeiro destacamos o grande envolvimento de Fábio na discussão, provavelmente causado pelo próprio seminário e talvez porque uma apresentação com abordagem CTS tenha significado bastante para ele, trazendo à sua memória questões como a de seu professor que não quisera se tratar, e indo ao encontro com posicionamentos anteriores do licenciando de que o ensino de Física deveria ter relação com o cotidiano, no sentido daquilo que está constantemente presente na mídia. Inclusive um dos licenciandos que apresentou o seminário CTSA iniciou o *episódio de ensino* comentando uma notícia de jornal então recente sobre a Física Nuclear.

De acordo com este trecho Fábio demonstrava acreditar que a Física Nuclear precisaria ser levada para o ensino médio, provavelmente devido à mediação do próprio seminário, ou ainda pelos aspectos que apontamos no parágrafo anterior.

Também observamos o posicionamento de Fábio no sentido de defender a Física Nuclear (talvez a Física em geral ou a ciência), no que diz respeito a possíveis aspectos negativos que poderiam ser atribuídos a essa Física, considerando problemas como lixo nuclear e a bomba nuclear.

Com relação à forma de trabalhar a Física Nuclear, observamos que o licenciando pareceu se posicionar de forma positiva com relação à utilização da abordagem CTSA, principalmente no que diz respeito ao tratamento de questões políticas. No entanto, em uma de suas falas (grifado na última transcrição), ele pareceu se preocupar com a questão de que o surgimento do movimento CTS estaria ligado ao impacto da ciência sobre a sociedade em especial o impacto da tecnologia nuclear. Talvez seu posicionamento em defesa da ciência tenha causado tal preocupação.

Na aula seguinte, os licenciandos responderam um questionário relacionado à abordagem CTSA. Quando questionado sobre o que considerava que era pesquisado no movimento CTS no ensino de ciências, Fábio respondeu:

Eu acho que o impacto tecnológico na sociedade, as conseqüências de políticas energéticas e a produção de armas de destruição em massa, são os assuntos mais estudados, baseio minha opinião pelo que é discutido na imprensa em geral. E pelo que vejo esses são os “assuntos” em voga hoje em dia. [aspas do licenciando]

Considerando posicionamentos anteriores de Fábio em defesa da Física, podemos supor que possivelmente a palavra assuntos entre aspas se deva a uma crítica do licenciando a seleção de temas feita pela mídia, ao incluir temas por ele considerado negativos, como a produção de armas.

Quando questionado sobre como imaginava que deveria ser uma aula de Física seguindo o movimento CTS, Fábio afirmou:

Imagino que deve ser uma aula mais atrativa para os alunos, até porque dá um sentido mais amplo a Física do que simples relações matemáticas. Faz com que o aluno tenha bases científicas para discutir assuntos sobre política, história, geografia, etc...É claro que não podemos esquecer a matemática, o CTS seria no caso um despertador, para atizar o interesse e a curiosidade do aluno.

O licenciando se posicionou de forma positiva quanto à utilização da abordagem e justificou que seria interessante para alunos porque seria uma alternativa para aulas que só tratariam de relações matemáticas e daria um sentido mais amplo à Física, tratando de suas relações com outras áreas. Em suas palavras podemos perceber a mediação, através da apresentação do seminário com abordagem CTSA, do discurso do próprio movimento CTS. No entanto, no final de seu discurso, podemos notar a pouca importância que o ensino dos conteúdos propriamente ditos, tratados com abordagem CTS teria para ele enquanto conteúdos do ensino, pois lhes atribui a função apenas de despertar o interesse e a curiosidade.

Na aula seguinte, houve a realização do seminário sobre História da Ciência. Após o seminário, a professora pediu que os licenciandos se manifestassem dando sua opinião com relação ao mesmo, transcrevemos o depoimento de Fábio. Observamos que no início ele se referiu a uma discussão sobre questões políticas e sociais relacionadas com a questão da bomba atômica ocorrida no final do seminário.

[...] gostei do seminário, achei muito legal a última parte que ele acabou de comentar, bastante política, não sei se cabe em uma aula de segundo grau mas é bem interessante, prende bastante a atenção e acho que muito do que você falou talvez tenha uma relação com CTS pelo menos nas implicações sociais.

Notamos que o envolvimento de Fábio com o seminário de História da Ciência pareceu menor do que aquele manifestado por ele após o seminário CTSA. Notamos ainda que o licenciando elogiou a discussão política do seminário de História da Ciência, aspecto também considerado pelo licenciando no seminário de CTSA. No final do seu depoimento, ele citou a abordagem CTS. Conforme comentamos anteriormente, parece que o seminário CTSA foi significativo para Fábio, talvez porque o licenciando tenha considerado (como observamos a partir de seus posicionamentos anteriores) que o ensino de Física deveria ter relação com o cotidiano do estudante.

Entretanto, notamos que como no caso da abordagem CTSA, para Fábio a abordagem História da Ciência também não parecia estar associada a conteúdos de ensino, mas apenas a prender a atenção dos estudantes.

Na aula seguinte, Fábio e Felipe apresentaram o seminário sobre Linguagens no ensino de ciências. Inicialmente os licenciandos discutiram a questão da transparência da linguagem. Por meio da referência a Almeida (2004), afirmaram que a linguagem para eles seria não apenas transmissão de informação, mas também desenvolvimento de pensamento. Em seguida falaram sobre a relação entre o desenvolvimento de áreas do conhecimento e as linguagens, apontando as contribuições da matemática no desenvolvimento da Física.

Fábio quando falou sobre a relação entre a linguagem matemática e o ensino de Física, considerou que a dificuldade dos estudantes não seria com a Física, mas com falhas em sua formação anterior em matemática, o que realmente pode ocorrer, mas também devemos considerar que a Física em si, incluindo sua matemática, não é fácil para os estudantes, mesmo para aqueles que têm boa formação em matemática. No entanto, talvez o licenciando tenha se posicionado novamente em defesa da Física em detrimento de outras áreas. Por outro lado, como atualmente na Física do ensino médio e da universidade quase só se trabalha com a linguagem matemática e como em Almeida (2004) há referência ao fato de que a Física atual é construída com a linguagem matemática, possivelmente Fábio em seu discurso estava se referindo a um discurso pedagógico bastante comum sobre os cálculos dos conceitos físicos, quase sempre sem maiores explicações do que seriam esses conceitos.

Em seguida os licenciandos discutiram questões de linguagem relacionadas ao ensino de Física. Transcrevemos abaixo um trecho da fala de Fábio sobre essa questão:

Aquela coisa que a gente está falando de você chegar da escola, você chegar da escola e você aprendeu um certo assunto e aquele assunto de Física, não é? Aquele assunto de Física aparece na televisão, você está no sofá, aparece na televisão de uma certa forma e

você não consegue verbalizar aquilo, ter uma opinião sobre aquilo, porque apesar de você ter aprendido aquilo na escola você aprendeu em uma outra linguagem, é o tipo de linguagem que entra, não é? Você consegue resolver até um problema falando daquele assunto, vamos supor termodinâmica, tem uma implicação do efeito estufa e tal, e você não aprendeu na escola e você não consegue ter uma opinião sobre isso, [...] Mesmo que a pessoa não vá seguir a carreira de exatas, ela teria que ter interno isso, acho que, professora, a senhora falou do clássico e do científico, as pessoas vão para caminhos diferentes, certo? Então você não pode privilegiar, hoje eu acho que privilegia muito o científico, a Física, não é? Mas e aquela pessoa clássica que vai estudar letras? Que vai estudar filosofia? Ela poderia ter um conceito físico é, passado para ela de uma maneira comum, onde ela pudesse relacionar aquilo com a História, Geografia, com a Política, ou com o que está acontecendo do lado da casa dela é, isso é um ponto que, isso é um ponto importante, que a gente levanta no seminário, não é? A gente vai discutir na aula daqui a pouco, falando de Física Nuclear [...] a gente acha que as pessoas na escola não têm bagagem em Física para discutir uma porção de coisas, a não ser o exercício para o vestibular. Eu acho que isso é até uma coisa que acontece na faculdade, e essa bagagem se dá como, não é? Essa falta de bagagem, [...] e a linguagem comum seria apresentada para o aluno da seguinte maneira, incentivando ele a aprender mais sobre o assunto, por exemplo, História da Ciência quando você, você pode gostar muito de ciência, você pode gostar muito de resolver exercício, mas eu acho muito legal quando você aprende, como aquele cientista chegou em tal resultado, quais as dificuldades que ele passou para chegar naquilo, tá certo? Às vezes você vê um exercício e fala, meu Deus como ele definiu isso? E acho que esse tipo de conhecimento, que não é um conhecimento pesado, é um conhecimento que pode ser passado para todo mundo, só pode ser passado em linguagem comum, e aí que a linguagem comum vai ter uma importância muito grande no Ensino Médio, é uma coisa que falta hoje.

Notamos que nesse depoimento, aparentemente, para Fábio, não importava apenas que a Física estivesse ligada ao cotidiano do aluno, mas a forma como ela seria abordada na escola deveria possibilitar-lhe a compreensão e a utilização no seu dia-a-dia. É bastante significativo considerarmos uma das condições de produção mais relevantes nesse momento, eles se referiam à linguagem, e dentro do contexto da pesquisa realizada pelo licenciando a partir da referência a Almeida (2004), haveria rupturas entre a linguagem do cotidiano e a linguagem da Física, e no trecho transcrito nota-se a grande preocupação manifestada por Fábio, com a possibilidade que a linguagem comum ofereceria, de que aspectos da Física fossem aprendidos também por aqueles que preferiam disciplinas não relacionadas à Física.

No trecho transcrito a seguir, Fábio falou especificamente da Física Nuclear e defendeu a utilização de uma linguagem comum, caso a Física Nuclear fosse trabalhada no ensino médio. No trecho abaixo observamos que ele se posiciona de forma a privilegiar a linguagem comum para o ensino da Física Nuclear:

Só para completar há uma condição dúbia, está marcado aqui, entre a linguagem matemática e a linguagem comum, eu acho que estou entrando em contradição com o que eu acabei de falar e com o que a senhora [professora] falou. Uma condição dúbia, pensado

a aplicação, o favorecimento de uma linguagem. O que eu estou querendo dizer, que está anotado aqui, o que é fácil para um pode ser difícil para outro e acho que isso tem que ser pensado no Ensino Médio. Aí falando de ensino de Física Nuclear no Ensino Médio a grande pergunta é: eu tenho que usar matemática para falar de Física Nuclear? Física Nuclear é um assunto que pode ser tratado só com linguagem comum? O que o aluno tem a ganhar com linguagem comum? Só com linguagem comum? O que o aluno tem a perder só se tratando da linguagem comum? O que o aluno tem a ganhar com a linguagem matemática e o que o aluno tem a perder se a gente não falar da linguagem comum, só falar da matemática? Esses foram os dois pontos que nortearam o nosso seminário a partir de agora, vamos entrar a partir da agora, a conclusão que a gente chegou, a gente leu os textos, é que é muito importante você tratar da linguagem comum no ensino da Física Nuclear e eu não falo que a linguagem comum tem que ser aplicada a todas as áreas da Física, tem várias áreas da Física que é muito difícil você verbalizar, você tentar mostrar, você tentar relacionar, por exemplo eu acho muito difícil tentar relacionar ou motivar um aluno com linguagem comum, o que eu acabei de falar agora, ensinando polia para ele, ensinando espelhos esféricos, por exemplo.[...] espelho esférico, espelho esférico, que é uma coisa que não faz tanto parte do cotidiano dele como faz o noticiário, que é um assunto onde a Física Nuclear esta quase todo dia em voga, todo dia política, o Irã, usina nuclear, Angra I, Angra II, então eu acho que a gente tem que tomar cuidado, quando eu quero dizer que a linguagem comum é uma boa linguagem para se tratar do ensino de Física Nuclear. Eu não quero dizer que a linguagem comum deve ser usada para todo e qualquer ensino de Física. Em minha opinião não consigo ver a aplicação em várias coisas da Física que é muito melhor você tentar entender matematicamente do que só com a linguagem comum, ou com o auxílio da linguagem comum.

É bastante interessante notarmos a reflexão que o conjunto de questões levantadas pelo licenciando evidencia. A questão da inclusão da Física Nuclear para o ensino médio e a mediação de textos que discutiam o funcionamento das linguagens comum e matemática fizeram com que Fábio se posicionasse de forma a considerar a utilização privilegiada da linguagem comum ao invés da linguagem matemática. Outra condição presente nesse momento seriam seus posicionamentos anteriores com relação ao cotidiano do aluno. Ele considerou que o tema *Questão Nuclear*, estando em evidência nos meios de comunicação e, dessa forma, para ele, fazendo parte do cotidiano do aluno, deveria ser tratado com uma linguagem própria do cotidiano desse aluno: a linguagem comum.

Possivelmente tomando-se ele próprio como referência e admitindo suas dificuldades como professor em explicar em linguagem comum alguns assuntos como ‘polia’, ‘espelhos esféricos’, produziu um discurso de opção pela linguagem matemática: ‘é muito melhor você tentar entender matematicamente’.

Em seguida Fábio apresentou o *episódio de ensino*. Transcrevemos a seguir um trecho de sua fala:

[...] A gente acha que pode não é, a gente pode explicar, por exemplo, é que aqui já entra um pouco na aula, a fissão do urânio 235. Porque um Urânio é fissionável e outro não? Você pode explicar isso completamente sem usar símbolos matemáticos, só falando, e a

gente pega aqui, está na bibliografia também, o trecho de um livro que se propõe a isso, chama-se “Física em Perspectiva” [...] ele passa essa parte da fissão, ele explica sem nenhuma fórmula matemática, e aí é um trecho bacana onde ele diz que o Urânio 238, primeiro é um conceito que eu acho que todo mundo quando entrou aqui não entendia bem, não é? O urânio mais pesado é mais instável, é um conceito que no livro ele elimina, mas ele fala assim, o urânio 235 é fissionável e o urânio 238 não, porque? Ele fala o seguinte, ele fala que o urânio 238 ele contém uma quantidade, um material químico, uma, uma substância química, ela é caracterizada pelo número de prótons e de nêutrons que existem dentro do átomo, do átomo, assim da matéria. Por exemplo, se você tem um átomo, um próton, você tem um hidrogênio, se você tem um próton e um nêutron você tem um hidrogênio, mas é uma versão diferente. Com o urânio acontece a mesma coisa, tá certo? O urânio tem um certo número de prótons, tá certo? Se você tirar esse próton ele vira uma outra substância, um outro material, então você tem o urânio 235 e o urânio 238, o que difere um do outro? A quantidade de nêutrons, e qual o papel do nêutron? É segurar os prótons, que são cargas positivas e tendem a se afastar um dos outros. Quando você tem uma quantidade maior de nêutrons que é o caso do 238, 3 nêutrons a mais, você tem uma cola, o átomo está estável, ele não vibra tanto. Ele, por exemplo, ele é mais grudado uns nos outros por essa quantidade de nêutrons a mais. O 235 tem uma quantidade de nêutrons menor, uma cola, você tem menos cola no nêutron, no átomo, perdão. O que acontece? Você está mais suscetível a quebrar esse átomo do que o 238. Então, quando você joga um nêutron dentro de um átomo de urânio 238 não acontece nada, tá certo? Ele pode até ser absorvido e ficar mais estável, mas não acontece fissão na maioria dos casos e no 235 acontece, porque? Porque ele fica muito instável, a cola que faz parte do átomo não dá conta. A cola seriam os nêutrons, e acontece a fissão, nessa fissão você tem dois materiais, o criptônio e o bário, dois materiais, dois átomos, o criptônio e o bário, e você tem dois nêutrons. Esses dois nêutrons por conseguinte atingem outros dois átomos de urânio 235, que vão liberar mais dois cada um, quatro átomos de urânio 235 e assim sucessivamente e aí você tem uma reação em cadeia. Isso aqui só pode acontecer com o urânio 235, com o urânio 238 não acontece nada, você tem um nêutron, você tem 99 prótons[...]

Observamos que, apesar do licenciando ter empregado uma linguagem bastante específica da Física Nuclear, ele considerou que utilizou uma linguagem comum por ter se servido de palavras ao invés de símbolos matemáticos. Para ele, o entendimento provavelmente seria facilitado, pois admitiu que a linguagem que estaria usando seria comum. A linguagem que ele usou poderia ser considerada comum para um físico ou um licenciando em Física, mas provavelmente não seria para um aluno do ensino médio. Trata-se apenas da oralização de uma linguagem formal.

Também podemos considerar que esse licenciando não compreendia a linguagem como não transparente. Por exemplo, as palavras retiradas da fala do licenciando e colocadas em negrito a seguir: ‘mais **instável**’, ‘**matéria**’, ‘ele vira uma outra substância, um outro **material**’, ‘ele não **vibra** tanto’, ‘suscetível a **quebrar**’, ‘quando você **joga** um nêutron **dentro** de um átomo’, ‘ele pode até ser **absorvido**’; no contexto de uma aula de Física Nuclear têm significados diferentes daqueles quando utilizadas em outros contextos como, por exemplo, o cotidiano, cuja racionalidade se distingue da racionalidade científica. As

palavras em negrito são palavras utilizadas na linguagem do dia-a-dia, porém o significado delas nesse trecho é limitado pelo contexto em que elas estão sendo enunciadas. Apesar de serem palavras que os alunos do ensino médio conhecem, retiradas da sua linguagem comum, provavelmente eles não compreenderiam o trecho acima da mesma forma que um professor de Física.

Esses aspectos notados no imaginário de Fábio, possivelmente são aspectos do imaginário de muitos licenciandos em física e conhecê-los é bastante importante ao se pensar mediações para sua formação enquanto professores.

Em uma das últimas aulas da disciplina, os licenciandos entregaram o trabalho final relacionado ao seminário e a construção do *episódio de ensino* com a Física Nuclear e à abordagem Linguagens no ensino de ciências. Transcrevemos e analisamos alguns trechos desse trabalho:

[...] a Física Nuclear, pois trata ao mesmo tempo de um assunto pouco presente no ensino médio brasileiro e muito presente nos veículos de comunicações. Isso faz com que apareça uma situação curiosa, a maioria dos alunos atrela ao estudo de Física, à parte de nuclear: bombas, usinas, radiação, etc. mas, às vezes, não vê em sala de aula uma equação sequer tratando do tema. A causa disso reside no velho currículo de Física das escolas brasileiras e na teimosia de não se fazer nada para mudar essa situação.

Mais uma vez observamos a associação entre Física Nuclear e os meios de comunicação. Os licenciandos se posicionaram ainda em favor de uma mudança no currículo de Física. Devemos considerar ainda que em sua opinião o currículo se manteria assim apenas por teimosia, provavelmente nesse momento eles não refletiram sobre implicações sociais e políticas envolvidas nessa mudança.

Com relação ao trabalho específico com a Física Nuclear e a linguagem, os licenciandos escreveram, em um trecho intitulado “A Linguagem Comum no Ensino da Física Nuclear”:

No caso da Física Nuclear, podemos usar a linguagem comum para fazer uma ‘ponte’ entre o cotidiano do aluno e os conceitos básicos da Física nuclear, isto pode facilmente ser feito, pois a Física nuclear é uma das áreas que mais faz ‘contato’ com as pessoas, através de jornais, revistas, noticiários, filmes e debates envolvendo questões ambientais. Eis aí uma relação com o seminário de CTSA. Num ensino médio onde os ensinamentos de Física são tão abstratos e longe do dia-a-dia dos alunos, uma abordagem como esta provavelmente servirá para motivar o aluno em seu aprendizado. A linguagem comum se mostra importante também no quesito resolução de problemas, visto que a maior dificuldade dos alunos em resolver problemas está na interpretação dos exercícios e não com as operações matemáticas. Nesta linha de pensamento podemos dizer que o aluno pode ter uma maior capacidade de verbalização dos conceitos aprendidos, isto porque fica difícil de um aluno explicar em palavras algo que ele só aprendeu com números. Uma outra abordagem em linguagem comum consiste em ensinar a Física Nuclear com a história da ciência, isto serviria não só como motivação, mas também como uma maneira

de relacionar a Física com outras matérias; como história, biologia ou geografia. Isto foi mostrado com muita propriedade no seminário dos colegas Daniel e Alex. Descrever o método de pensamento de grandes cientistas (por meio da história) pode também trazer um resultado favorável no aprendizado e na continuação de uma carreira em exatas por parte de alguns alunos. [aspas dos licenciandos]

Observamos que novamente a Física Nuclear foi associada ao cotidiano dos alunos devido a sua evidência nos meios de comunicação. Os licenciandos se posicionaram de forma a considerar que a Física Nuclear seria a área que mais faz contato com as pessoas, provavelmente influenciados pela condição de produção de que estavam tratando da Física Nuclear na disciplina. Novamente, em sua justificativa para o que e como deveria ser o ensino de Física, se posicionaram defendendo a relação entre a Física e o cotidiano. Apontaram ainda que a linguagem comum seria útil no cotidiano dos alunos, no que diz respeito à verbalização de assuntos, aspecto que não seria facilitado apenas com uma abordagem matemática do assunto.

Provavelmente procurando apontar as contribuições de outras abordagens e suas relações com a linguagem afirmaram que a maior dificuldade dos alunos na resolução de problemas seria na interpretação. De fato pode ser, mas as operações matemáticas também são difíceis, como Fábio mesmo apontou anteriormente quando se referiu à formação anterior dos estudantes. E novamente essa afirmação indica que para os licenciandos tudo que usa palavras e não símbolos matemáticos seria linguagem comum, além de evidenciar limites na compreensão do que seria um problema em Física, parecendo que apenas os significados das palavras utilizadas no enunciado seria suficiente para a compreensão do problema. Dessa forma, ficaria descartada a importância da teoria para essa compreensão.

No item seguinte do trabalho, intitulado “A linguagem Matemática no Ensino de Física Nuclear” os licenciandos escreveram:

A linguagem matemática é a linguagem utilizada pelos cientistas para descrever fenômenos da natureza. Por isso deve ser utilizada e preferida em relação à linguagem comum. Muitas pessoas pensam o contrário, e acham que um ensino mais focado em linguagem comum é suficiente para iniciar o aluno em Física, mas isso é uma imensa inverdade, pois sem o poder de comparação que a linguagem matemática tem fica difícil para o aluno entender a real dimensão do que ele está aprendendo. **Isto se torna extremamente necessário quando o que está sendo estudado é completamente contra-intuitivo, e para mostrar isso ao aluno sem nenhuma ambigüidade ou espaço para que se crie tal, somente por meio da linguagem matemática.** No caso da Física nuclear, isto pode ser feito introduzindo para o aluno a fórmula de Einstein ( $E=mc^2$ ), pois mexe com um conceito que faz parte do ensino médio, energia, e dá uma idéia de comparação muito grande para o aluno, pois, ele pode obter dessa fórmula números que mostram que de massas muito pequenas podemos tirar uma grande quantidade de energia, algo que pode ser facilmente atrelado aos acontecimentos de Hiroshima e assim temos

uma ponte entre os dois tipos de linguagem Este episódio pode ser usado também para explicar de onde vem a energia dos reatores nucleares, um tema importantíssimo que pode dar ao aluno uma posição crítica desvinculada da opinião da mídia sobre este delicado tema. [negrito nosso]

Notemos que ao dizerem que a linguagem matemática é a linguagem usada pelos cientistas para descrever a natureza, os estudantes assumem o cientista como sendo o físico, uma vez que a linguagem própria de várias ciências não é a matemática.

Neste trecho observamos que os licenciandos pareceram considerar uma ruptura entre a Física e o conhecimento de senso comum, ou talvez o conhecimento cotidiano, e nesse sentido se posicionaram em favor da utilização da linguagem matemática. Assim, aparentemente a linguagem comum serviria para relacionar a Física com o cotidiano e a linguagem matemática serviria para tratar de assuntos contra-intuitivos. Por outro lado, a linguagem matemática para eles teria o papel de descrever, eles não se referiram a ela como constitutiva do conhecimento.

Em seguida eles apresentaram o *episódio de ensino* e o introduziram dizendo:

Como achamos que este tema deve envolver obrigatoriamente as duas linguagens, vamos tentar colocar aqui como seria um guia de aula para o segundo grau, sobre fissão nuclear. Cabe ressaltar que você não deve ler esta parte colocando-se no papel de aluno, mas sim na situação de um professor que procura algum material para montar uma aula.

Observando que aqui a dupla estava tratando da abordagem de linguagem dentro de uma perspectiva em que a leitura permite diferentes interpretações, notamos que essa condição de produção é bastante relevante na consideração de que os licenciandos procuraram restringir o possível posicionamento do leitor.

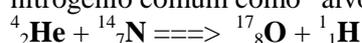
Outra observação que fazemos é que durante o seminário eles afirmaram que a Física Nuclear deveria ser tratada com linguagem comum. Aqui eles utilizaram as duas linguagens, mas com a observação de que o trecho fosse lido não por um aluno, mas por um professor. Talvez eles procurassem não entrar em contradição com afirmações anteriores feitas em seu trabalho, de que ambas as linguagens seriam importantes, mas também não queriam se contradizer no que diz respeito à preferência da linguagem comum para o tratamento da Física Nuclear com alunos do ensino médio.

Ao apresentarem o *episódio de ensino* eles mostraram a equação  $E=mc^2$ , dizendo que Einstein havia estabelecido que matéria e energia seriam duas manifestações da mesma realidade física e que poderiam se converter uma na outra segundo tal equação. Em seguida escreveram sobre a energia gerada nos processos de fissão e fusão sem utilizarem formalismo

matemático, só discutindo qualitativamente e ainda escreveram sobre o reator nuclear. Apresentaram ainda equações e uma figura sobre reações nucleares. Transcrevemos abaixo um trecho relativo a essa parte do trabalho:



As primeiras experiências, nas quais se observa uma transmutação nuclear, foram feitas por Rutherford em 1919. Utilizando Ra C' como fonte emissora de partículas alfa e nitrogênio comum como "alvo", Rutherford provocou a reação:



na qual a partícula alfa, ao ser "absorvida" pelo núcleo de nitrogênio, dá lugar à formação do oxigênio-17 (isótopo do oxigênio), emitindo-se um próton.

Em 1930, Cockcroft e Walton projetaram um acelerador de prótons. Realizou-se, então, a seguinte reação:



O uso das reações nucleares para provocar "transmutações" tornou-se cada vez maior. Em 1934, o casal Joliot-Curie produziu isótopos radioativos, pela primeira vez, ao descobrir o fósforo-30 (radioativo), bombardeando alumínio com partículas alfa.

Observamos que os licenciandos utilizaram imagens mas não se preocuparam em discutir essa forma de linguagem ou relacioná-las com o texto, provavelmente considerando que esse recurso seria auto-explicativo e dando indícios de uma concepção de linguagem transparente. Talvez isso tenha ocorrido porque os textos aos quais os licenciandos recorreram para elaborar o episódio de ensino focavam-se em questões relacionadas às linguagens comum e matemática, não abordando a questão das imagens.

A partir dos aspectos apontados anteriormente, no que se refere à inclusão da Física Nuclear, parece que o licenciando Fábio se posicionou de forma positiva, já que ele considerou, por influência dos meios de comunicação, que a Física Nuclear seria um dos assuntos de Física muito relacionado ao cotidiano dos alunos.

Observamos que os posicionamentos de Fábio com relação aos assuntos que deveriam ser trabalhados no ensino médio estiveram muito relacionados à relevância desses assuntos para o cotidiano do aluno. Assim, para esse licenciando, podemos dizer que discursos como o da pesquisa em educação em ciências, de documentos oficiais relacionados à relevância do ensino para a vida do aluno e o fato desses mesmos discursos terem sido apropriados por

livros didáticos, escolas, cursinhos ou ainda propagandas político-partidárias, eram condições de produção influentes na produção discursiva de Fábio. Observamos ainda que o vestibular também apareceu diversas vezes em suas falas, como um condicionante do ensino no que diz respeito ao que tratar, provavelmente porque o próprio licenciando dava aulas em um curso pré-vestibular.

Ainda sobre o que tratar, observamos que outra condição de produção relevante para as considerações do licenciando foi seu posicionamento em defesa da Física. Ele procurou muitas vezes afirmar que os assuntos a serem trabalhados deveriam ser os aspectos positivos da Física Nuclear e não questões como bomba ou lixo nuclear.

Com relação às possíveis formas de abordagem parece que a CTS teria causado mais impacto em Fábio do que as demais, provavelmente porque ela se relacionava mais diretamente com questões presentes dentre as preocupações de Fábio: a mídia, o caráter positivo ou negativo da Física e o cotidiano.

Observamos que no que se refere à abordagem com a qual Fábio trabalhou, Linguagem no ensino de ciências, pareceu que ter trabalhado com textos que se concentravam na linguagem comum e matemática agiu como condição de produção para que as questões discutidas sobre linguagem estivessem relacionadas a essas linguagens, apesar de que os licenciandos utilizaram outra forma de linguagem (imagem) na apresentação do trabalho final.

Com relação à forma de trabalho, notamos que os licenciandos consideraram que a linguagem comum seria a mais apropriada no caso da Física Nuclear, e o argumento para isso foi mais uma vez a relação desta Física com o cotidiano do aluno. Para Fábio, como a linguagem do cotidiano seria uma linguagem não matemática a Física Nuclear, sendo muito evidente e relevante para o cotidiano do estudante, deveria ser tratada com linguagem não matemática, mas sua concepção de linguagem comum estava associada ao não uso dos símbolos matemáticos.

Dado que na disciplina não foi trabalhada a questão do cotidiano, notamos quão forte foi para esse licenciando sua memória discursiva nas atividades desenvolvidas.

### ***c. Joaquim e o Social***

Em resposta ao questionário inicial, Joaquim afirmou que lecionava Física em um curso pré-vestibular de caráter popular.

Quando questionado sobre como planejava suas aulas respondeu:

Leio todo o assunto a ser dado. Procuo alguns assuntos 'fora' do livro didático para tornar a aula mais atrativa; às vezes, planejo alguns experimentos. [aspas dos licenciando]

Observamos que Joaquim afirmou que utilizava o livro didático mas que considerava que os assuntos abordados pelo mesmo não seriam atrativos. No entanto, não é possível compreender o que seria um assunto fora do livro didático (talvez a Física Moderna e Contemporânea, já que em momentos posteriores o licenciando afirmou que abordava temas como relatividade e Física Quântica em suas aulas) e qual outro material alternativo o licenciando recorreria para tal planejamento. Observamos também que houve valorização por parte do licenciando com relação à atividade experimental.

Quando questionado sobre o que considerava ser um bom professor de Física, Joaquim respondeu:

Aquele que ajuda o aluno a aprender com mais facilidade a disciplina. Mostra para os aluno a aplicação da física não somente na escola ou vestibulares, mas no seu dia-a-dia

Neste depoimento notamos que o licenciando se preocupava com a finalidade social do ensino de Física. Apesar do licenciando trabalhar em um curso pré-vestibular observamos que provavelmente pelo caráter popular deste curso, ou ainda devido às suas próprias preocupações sociais, o licenciando considerou que o ensino não deveria se restringir ao vestibular. Para Joaquim o bom professor seria aquele que facilitaria o aprendizado do aluno, conectando a Física com seu dia-a-dia, ou seja, o ensino de Física, para esse licenciando, deveria ser significativo para a vida do estudante.

O licenciando também citou os principais assuntos de Física que achava que deviam ser trabalhados no ensino médio:

MRU, MRUV, MCU, Leis de Newton, trabalho e energia, equilíbrio estático, espelhos e lentes, cargas elétricas, circuitos, campo elétrico e magnético, escalas de temperatura e trocas de calor, introdução à relatividade e quântica

Com relação aos conteúdos, observamos que o licenciando considerou, além daqueles usualmente trabalhados no ensino médio, a introdução da relatividade e da Física Quântica, de forma que já fazia parte de seu imaginário a consideração da introdução da Física Moderna e Contemporânea nesse nível de ensino.

Quando questionado sobre quais seriam os conteúdos usualmente tratados no ensino médio e se algum desses conteúdos deveria ser retirado, Joaquim afirmou:

mecânica, termodinâmica, ondas, eletromagnetismo e óptica. Não. Apenas acho que os assuntos deveriam ser tratados de maneira mais prática, mostrando ao aluno a aplicação da disciplina em seu dia-a-dia

Observamos que ele não considerou que assuntos deveriam ser retirados, porém se preocupou com sua forma de trabalho. Retomou a consideração feita anteriormente de que o professor deveria mostrar a aplicação da Física no dia-a-dia do aluno, o que anteriormente havia associado a uma aprendizagem mais fácil.

No último depoimento, o licenciando vinculou a demonstração da aplicação da Física no dia-a-dia às atividades práticas, talvez retomando a experimentação que citou anteriormente. Talvez no imaginário do licenciando a experimentação tornaria mais concretas não as leis da Física, por exemplo, mas a relevância da Física para o aluno em seu dia-a-dia.

Em seguida, quando questionado se ele acrescentaria outros conteúdos e quais, ele respondeu:

Sim. Introdução à física moderna (relatividade , física quântica e nuclear). [grifo do licenciando]

Observamos que ele considerou a introdução de Física Moderna e dentre os tópicos citados está a Física Nuclear. Lembramos que nesse momento os licenciandos ainda não sabiam que trabalhariam com a Física Nuclear nem que o questionário que estavam respondendo relacionava-se a essa Física, já que as duas questões anteriores foram entregues previamente e não citavam a mesma.

Observamos que provavelmente tendo considerado que algo mais do que apenas uma introdução ocasionaria dificuldades aos alunos do ensino médio o licenciando procurou enfatizar esse aspecto grifando a palavra ‘introdução’.

Na segunda parte do questionário o licenciando justificou porque considerava que a Física Nuclear poderia/deveria ser trabalhada no ensino médio dizendo:

Há muitos assuntos em nosso dia-a-dia tratados constantemente em jornais, revistas, televisão, que não fazem parte do conhecimento de nossos alunos, como por exemplo: energia nuclear, o caso da contaminação radioativa em Goiás. Se houvesse física nuclear no ensino médio essas questões seriam mais facilmente entendidas.

Assim o licenciando à justificativa da introdução da Física Nuclear no ensino médio a sua relevância para o dia-a-dia do aluno. É interessante notar que ele considerou a mídia como base para os assuntos do cotidiano (os temas citados: a questão energética, então

constantemente na mídia e o acidente de Goiânia, bastante explorado pela mídia na época em que aconteceu).

Ressaltamos a preocupação constante do licenciando em vincular a Física ao dia-a-dia do estudante o que, novamente afirmamos, estaria ligado a preocupação do licenciando com a finalidade social do ensino. Observamos ainda que essa preocupação constante do licenciando acaba sendo sua justificativa para a inclusão da Física Nuclear. Sendo assim observamos que tal justificativa, para Joaquim, estaria ligada ao ensino de Física em geral e não especificamente ao ensino da Física Nuclear.

Quando questionado sobre o que poderia ser ensinado de Física Nuclear e como deveria ser este trabalho, Joaquim respondeu:

Fusão, fissão, decaimento. Os assuntos podem ser aprofundados (como o funcionamento de uma bomba atômica, por exemplo), porém a matemática deve ser a do ensino médio

Observamos que o licenciando citou a fissão, a fusão e o decaimento nuclear provavelmente por serem temas de que se lembrava e/ou que eram relacionados à bomba, que citou em seguida, talvez não considerando neste momento assuntos que poderiam ser tratados especificamente no ensino médio. Ressaltamos ainda que tanto no último depoimento quanto nos anteriores o licenciando se referiu a temas da Física Nuclear mais divulgados pela mídia, como ele mesmo afirmou (exemplos: acidente de Goiânia, produção de energia nuclear, bomba atômica). Os assuntos escolhidos para o que tratar de Física Nuclear provavelmente eram aqueles que faziam parte de maneira mais exclusiva de seu imaginário e sendo os mais divulgados pela mídia podemos considerar que esta teria grande influência nesse imaginário. Podemos supor ainda que ao considerar que o ensino deveria ser voltado para o dia-a-dia dos estudantes ele recorreria à mídia para citar assuntos que considerou fazendo parte de tal rotina.

Ao considerar quais assuntos específicos deveriam ser tratados sobre a Física Nuclear, o licenciando se preocupou com a questão da matemática, provavelmente supondo a dificuldade que os alunos teriam com a matemática dessa Física, dificuldade esta apontada constantemente pelos licenciandos e sempre retomada quando tratavam das discussões do estágio. Talvez essa preocupação seja a mesma que tenha levado o licenciando a enfatizar a palavra introdução em depoimento anterior. Observamos ainda que, para Joaquim, um tratamento aprofundado consistiria em abordar o funcionamento da bomba, como veremos a

seguir, há indícios de que o funcionamento e o aprofundamento para Joaquim estavam relacionados à matemática.

Com relação às vantagens e dificuldades que imaginava que poderiam ocorrer se a Física Nuclear fosse trabalhada no ensino médio, Joaquim afirmou:

As vantagens: os alunos poderão, certamente, entrar em contato com assuntos importantes, como: energia, contaminação radioativa, tratamento de câncer e até mesmo relações diplomáticas como a contaminação do meio ambiente (lixo atômico) e armas nucleares. Não vejo dificuldade se o assunto não for tratado de maneira, demasiadamente, aprofundada

Em depoimento anterior o licenciando considerou que o assunto poderia ser aprofundado, porém a matemática não. Provavelmente neste último depoimento ele tenha se referido às dificuldades com o aprofundamento na matemática da Física Nuclear, já que aqui considerou que o assunto não deveria ser demasiadamente aprofundado.

Observamos que as vantagens em se incluir a Física Nuclear no ensino médio apontadas pelo licenciando se relacionavam com o contato dos estudantes com assuntos importantes. Podemos considerar que seria um contato específico através do ponto de vista da Física, já que anteriormente Joaquim citou que assuntos de Física Nuclear estariam constantemente em jornais, revistas, etc. ou seja, os alunos já entrariam em contato com tais assuntos, porém estes não seriam abordados a partir do ponto de vista específico do ensino de Física.

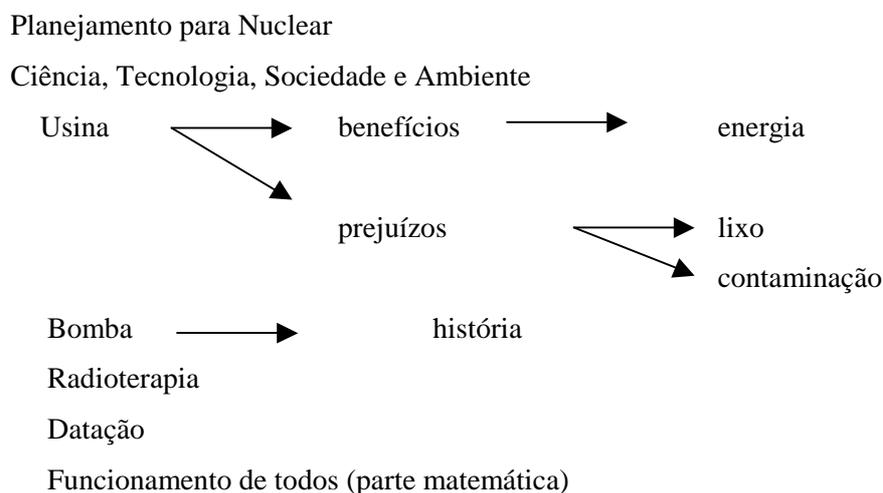
Observamos ainda que mesmo antes da escolha das abordagens Joaquim se preocupava com questões relacionadas à sociedade e ao meio ambiente. No caso das questões sociais o papel da educação para a vida social do estudante pareceu ser uma preocupação constante do licenciando. No caso do ambiente a preocupação de Joaquim não seria constante, mas surgiu relacionada à Física Nuclear, já que não há indícios anteriores de que para ele o ensino de Física em geral deveria se preocupar com questões ambientais.

Notamos ainda que, quando questionado sobre as vantagens do ensino de Física Nuclear o licenciando citou assuntos até então não mencionados, como o tratamento do câncer.

Na aula seguinte, foi discutido o plano de curso, divididas as duplas e escolhidas as abordagens. Joaquim formou dupla com Anderson e os dois foram os primeiros a escolher a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Provavelmente Joaquim tenha escolhido esta abordagem por sua preferência a questões que vinculassem a Física ao dia-a-dia do estudante. Talvez, para ele, uma abordagem CTSA tivesse mais relação com o cotidiano do aluno do que as outras. Provavelmente o licenciando também associou a Física Nuclear à abordagem CTSA, já que em depoimentos anteriores, quando se referiu à Física

Nuclear e sua introdução, citou questões sociais e ambientais.

Em aula posterior, a professora pediu que os licenciandos escrevessem em duplas as primeiras idéias para o planejamento do *episódio de ensino*. A dupla Joaquim e Anderson escreveu:



Os temas escolhidos foram: usina, bomba, radioterapia e datação. Uma condição de produção provavelmente bastante relevante nesta escolha era que os licenciandos preparavam o *episódio de ensino* com abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Os licenciandos não citaram no último depoimento como em depoimentos anteriores “fusão, fissão, decaimento” e sim “aplicações” da tecnologia nuclear na sociedade.

Observamos que a forma de tratamento de cada um desses assuntos, no depoimento dos licenciandos, estaria associada ao próprio assunto. Ou seja, no caso da bomba eles optaram por uma abordagem histórica, talvez considerando a bomba como algo que aconteceu no passado e fazia parte da História da Ciência; no caso da usina, eles optaram por uma discussão entre benefícios e prejuízos, provavelmente considerando o assunto atual e polêmico e por fim no caso da radioterapia e da datação, não foi apontada uma maneira de abordagem. Considerando que os dois temas (radioterapia e datação) não seriam constantemente explorados pela mídia, como os outros, poderíamos supor que talvez a maneira de abordagem dos assuntos também sofreria influência da forma de tratamento utilizada pela mídia para os mesmos assuntos e não apenas o tema em questão.

Observamos que a matemática foi relacionada a todos os assuntos escolhidos, provavelmente os licenciandos a consideraram essencial no ensino de Física. Observamos que a matemática ainda foi relacionada ao funcionamento das coisas. Acrescentamos que o termo ‘aprofundar’, em depoimentos anteriores de Joaquim, esteve associado ao termo

‘funcionamento’ e neste último depoimento tratar do funcionamento seria tratar ‘matematicamente’.

Nos dias que se seguiram, Anderson deixou a disciplina e Marco que compunha o grupo que preparava o *episódio de ensino* com abordagem Linguagens no Ensino de Ciências junto com Felipe e Fábio passou a formar a dupla com Joaquim.

No dia de apresentação do seminário Marco e Joaquim, dividiram o mesmo em duas partes, uma apresentada por Marco, tratando da apresentação e discussão da abordagem CTSA, e outra apresentada por Joaquim, tratando da apresentação do *episódio de ensino*.

A seguir transcrevemos e analisamos alguns trechos das falas de Joaquim. O licenciando começou esclarecendo que para ele teria sido difícil preparar o *episódio de ensino* porque não havia realizado a disciplina de Física Nuclear. Ele inclusive pediu que os colegas o ajudassem durante o seminário:

Eu estava pensando em como planejar uma aula, diante disso [...] eu sei muito pouco de física nuclear [...] Daí a dificuldade é você preparar uma aula de nuclear, como no meu caso, sem ter feito esta disciplina [...]

Desta forma, o licenciando estabeleceu um limite para o ensino da Física Nuclear, apesar de não ter sido questionado explicitamente sobre isso, o licenciando considerou que a falta de domínio de um assunto seria um obstáculo no planejamento de uma aula.

Em seguida ele explicou como escolheu o tema para o *episódio de ensino*:

Eu estava pensando em algo positivo, não é? Para falar de algo bem positivo a respeito de Nuclear. Então eu estava pensando em algo tipo Física Médica, radioterapia, braquiterapia ou algo tipo energia nuclear, não é? Que alguns dizem que é a energia do futuro. Só que sábado, a Coréia realizou testes, possíveis testes nucleares, perto do mar do Japão. Aí é um recorte do jornal de hoje da folha, certo? Quer dizer, a partir de hoje, os países representantes, cento e oitenta países, estão se reunindo para voltar essa discussão da não proliferação das armas nucleares. Eles têm previsão de uns dois meses de discussão. [...] a Coréia do Norte no sábado, então ontem, domingo, já houve várias manifestações em Nova York. Aquelas coisas, não é? Sobre a não proliferação das armas nucleares, nós sabemos que tudo começou, não é? [...] neste momento começou a busca incansável das potências para a obtenção das armas nucleares. Em 1945 os Estados Unidos lançaram duas bombas sobre o Japão e as consequências vem até hoje, não é? Com crianças que nascem com problemas, não é? Os problemas da radiação também são hereditários, por questões genéticas, porque a radiação influencia nas células reprodutoras, isso vai passando de geração a geração, porque é acumulativo, não é? Naquela época a bomba atômica tinha 20 toneladas de TNT, comparando com as que têm hoje essa bomba é fraca, [...] hoje essas bombas atômicas são bem mais fortes e também as bombas H. A bomba atômica que é uma bomba de fissão, que é a quebra do núcleo atômico e a bomba H que é a fusão. Eu não me lembro exatamente qual é a relação mas um grama de urânio equivale a várias toneladas de carvão, a mesma proporção, porque a queima do carvão [...] você queimar os elétrons ali e tudo mais, no

caso de um núcleo você está quebrando ali o núcleo. A energia que você precisa para isso é bem maior, daí a energia que você obtém também é bem maior. Acho que um grama equivale a quatro toneladas aí de carvão.

Observamos que, primeiramente, o licenciando procurou um tema que mostrasse a Física Nuclear de forma positiva no entanto ao procurar também relacionar o tema à abordagem CTSA ele optou por uma questão que considerou então atual, escolhida a partir de uma notícia de jornal que tratava de testes nucleares que estariam sendo realizados pela Coreia do Norte. Assim o tema foi escolhido independentemente de ser positivo ou negativo, decisão provavelmente influenciada pela mediação de textos sobre a abordagem CTSA. Observamos que, muitas vezes, esses licenciandos procuravam “defender” a ciência ou atribuir-lhe o caráter de boa ou positiva como Joaquim no início de seu depoimento. No entanto, mesmo procurando defender a ciência, Joaquim optou por partir de um tema então atual e polêmico, de relevância social e ambiental, o que se relacionaria com uma abordagem CTSA inclusive no que diz respeito ao surgimento do movimento CTS. Os próprios licenciandos trataram do surgimento do movimento, conforme observamos no trecho abaixo apresentado no início do seminário pelo companheiro de Joaquim, Marco:

O CTS é um movimento que começou mais ou menos nas décadas de 60 e 70, principalmente pelas melhorias tecnológicas depois da segunda guerra. Foi assim, aquela história de euforia. Quanto a ciência pode melhorar as tecnologias existentes? Só que também surgiu para questionar como essa tecnologia estava sendo usada pela sociedade. O próprio uso da bomba atômica, por exemplo, e contaminação todo esse tipo de coisa tinha que ser discutido pela sociedade então surgiu esse movimento, para fazer essa discussão no ensino. Esse movimento tenta tirar aquela perspectiva que a Ciência é isolada, que não tem relação com a sociedade. Então esse movimento vai tentar colocar o ensino de Ciências com enfoque na implicação social [...] a característica básica do CTS é pegar uma questão social e colocar tanto no ponto de partida da aula quanto no ponto de chegada. O que ele vai fazer. Ele vai dar um exemplo [...] um tema [...] social e uma tecnologia relacionada a isso logo no começo e vai discutir superficialmente, depois ele vai desenvolver o conceito envolvido em Ciências a partir desse tema social e dessa tecnologia, então depois que este tema for completamente desenvolvido ele vai voltar ao tema social e a tecnologia e vai discutir a partir do conceito que ele ensinou, então na verdade é um círculo. Ele dá um tema, discute o conceito e depois volta para o tema [...]

Voltando para a apresentação de Joaquim, este seguiu explicando um experimento que teria sido realizado por Rutherford, cujos resultados entravam em contradição com o modelo até então aceito para o núcleo atômico, o modelo do pudim de passas de Thompson:

[...] a gente vai ter o advento da Nuclear com a descoberta do núcleo por Rutherford em 1911. Até aquela época se pensava, todos os cientistas acreditavam no modelo de Thompson, que o átomo era um pudim de passas. O pudim seriam as cargas positivas e as passas seriam as cargas negativas. Aí o Rutherford fez a seguinte experiência, já se conhecia a radiação, ele pegou o gás argônio. Aqui [apresenta transparência] você tem

chumbo e um canhão de partículas alfa. Partículas alfa são o núcleo do hélio. Ele faz incidir sobre uma fina camada de ouro. Ouro porque é bastante material e você consegue fazer uma placa bem fininha. E o que estaria em volta é um detector. Não foi bem assim, não é? Mas é mais ou menos assim. E aí o que se observa? Se eu fizer incidir duas partículas elas passam sem perceber o núcleo, digamos assim, ela passa reto e outras vão ser ricocheteadas. Um desviam um pouquinho e outras voltam literalmente. Daí Rutherford diz que isso foi uma das maiores maravilhas que aconteceu pra ele, porque como todos acreditavam no modelo de Thompsom, esse experimento serviu para provar que não era bem isso, que não era bem assim o átomo. Então o que foi que o Rutherford sugeriu? Que o átomo teria um núcleo que as partículas positivas concentradas no núcleo e em volta os elétrons. Sendo que as partículas alfa são cargas positivas, para ela voltar ela estaria colidindo também com outra partícula positiva, para dar essa força de interação, ricochetear de volta as partículas alfa. No caso então o núcleo seria de cargas positivas e estaria concentrado no centro. Daí seria possível umas partículas passarem e outras ricochetearem [...]

Observamos que sua fala se assemelha à apresentação seguida pelos livros adotados no ensino da Física Nuclear no instituto em que os licenciandos realizavam disciplinas da sua graduação. Os próprios licenciandos citaram um dos livros utilizados na graduação como referência bibliográfica, além de artigos sobre CTS, do livro “O Universo em uma Casca de Nós”<sup>12</sup> e do artigo “Radioatividade e o Acidente de Goiânia”<sup>13</sup>, que foi sugerido pela professora.

Em seguida, o licenciando explicou o que seria a radioatividade. Transcrevemos um trecho abaixo no qual observamos que o licenciando não utilizou matemática (esta não foi praticamente utilizada durante todo o seminário):

O que seria a radioatividade? É o fenômeno de emissão de radiação por núcleos instáveis. A grande maioria dos núcleos que nós conhecemos são radioativos. Os núcleos instáveis emitem três tipos de radiação: alfa, beta e gama. A radiação alfa é o núcleo de hélio, dois prótons e dois nêutrons. Ela tem uma velocidade muito baixa, acho que alcança alguns centímetros só, no ar, mas é bastante ionizável por causa da velocidade dela [...]

O licenciando falou ainda sobre quais os tipos de radiação que seriam emitidas por um núcleo e as conseqüências da exposição humana à mesma, lembrando nesse momento do acidente de Goiânia, provavelmente procurando retomar a questão social e ambiental.

Joaquim então explicou a diferença entre irradiação e contaminação. Em seguida falou um pouco sobre a meia-vida e depois sobre o enriquecimento de urânio. Observamos que nesse momento houve questionamentos e esclarecimentos por parte dos licenciandos que assistiam ao seminário, conforme observamos no trecho a seguir:

---

<sup>12</sup> O Universo Numa Casca de Nós. Stephen W. Hawking. Editora Arx

[...] o enriquecimento, quando você arranca o urânio da natureza, porque o urânio, o que dá a fissão é o 235 e o da natureza não vem com uma porcentagem muito boa de 235. Então você tem que enriquecer, no caso pegar a massa crítica, no caso o que é chamado de massa crítica de 235 eu não sei muito bem. Acho que é arrancar os elétrons, não é isso? E ficar com os núcleos, não é? [...] arranca os elétrons não é isso? Ou não tem nada a ver?

Fábio: Não, é só a massa mesmo, igual à nata do leite [...]

Joaquim: O que eu sabia era exatamente isso. Você pega o urânio e enriquece com 235

Professora: [...] a palavra em si já dá uma idéia equivocada, enriquecer [...] e aí não é nada disso [...] é só separar um do outro [...]

Joaquim: Bom, então aqui nós temos alguns tópicos não é? O átomo de urânio 235 recebe um tiro de nêutrons, no caso sendo atacado por nêutrons e se produzirem dois átomos radioativos e nêutrons, ou seja, o urânio 235 é atacado por nêutrons aí aparecem dois átomos, há uma reação de mais dois nêutrons, se tiver mais urânio 235 eles vão atacar esse urânio que vai liberar mais dois nêutrons, ou seja, para cada ataque libera dois e você tem uma série assim libera dois, libera quatro, libera oito, com a liberação de energia. Então, se você tem uma massa crítica, no caso você pode atacar com um átomo de, com um nêutron não é? E você vai ter uma grande liberação de energia. A bomba atômica é algo assim [escreve na lousa]. Você tem aqui a criança não é? [risos da sala toda] com um detonador aqui. Aqui é o seguinte, você tem TNT aqui, certo? E o detonador, quando a bomba cair vai detonar. A massa crítica no caso ela é dividida por dois pedaços, quando o TNT explode ele empurra uma massa de urânio contra a outra essa massa supera a massa crítica e aí há a reação em cadeia com a liberação de energia. Bom, aqui você vê, não é? O TNT é usado para explodir uma bomba atômica. Hoje em dia a bomba H, você usa uma bomba atômica para explodir a bomba H, é a energia necessária para dar início aí.

Daniel: Essa massa crítica, não sei se você poderia me explicar, mas o que seria essa massa crítica?

Joaquim: É mais por questão de segurança mesmo, não é? Em vez de colocar a massa crítica já pronta, não é? [...]

Alex: Posso explicar professora? A massa crítica é quando saem dois nêutrons ali. Alguns nêutrons perdem-se no ambiente. Para ter uma área superficial maior no sentido de pegar todos estes nêutrons que saem. Quando está separado a área é circular e quando está junto é uma esfera, a área é maior, então quando junta a área de secção é maior, captura todos os nêutrons e forma uma reação em cadeia.

Joaquim: Eu tentei achar um filmezinho que passou há um tempo atrás que o cara pegava uma sala como esta, enchia de ratoeiras, uma do lado da outra, em cada ratoeira ele colocava bolinhas de pingue-pongue em cima de cada ratoeira e da porta ele jogava uma outra bolinha. Então cada ratoeira seria um núcleo, não é? De urânio e aquela bolinha que ele jogou seria o nêutron. O engraçado é que uma sala como esta levou segundos para desarmar todas as ratoeiras. No caso é o que aconteceria. Inclusive eu estava pensando em fazer esta experiência para dar aula mesmo, fazer, filmar e levar para sala de aula. É difícil não é? A questão não é tanto as ratoeiras, mas é que vai ficar caro, não é? [risos da sala toda] E essa reação em cadeia no caso é de segundos, não é?

É importante notar que a realização dos seminários proporcionou discussões como esta entre os licenciandos, em que alguns já tendo realizado a disciplina de Física Nuclear e outros não, ou mesmo o próprio trabalho com a temática, contribuiu para que eles aprendessem um

---

<sup>13</sup> Radioatividade e o Acidente de Goiânia, F.F. de Souza Cruz em Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 4(3): 164-169, dez. 1987

pouco mais sobre Física Nuclear e discutissem não apenas questões educacionais, mas questões de conhecimentos em Física ao mesmo tempo em que refletiam sobre seu ensino. Observamos também uma troca de informações entre os próprios licenciandos com relação a possíveis recursos didáticos que poderiam ser utilizados, conforme o final do último trecho transcrito, no qual Joaquim procurou trazer uma idéia de como tornar o processo de reação em cadeia mais concreto para os alunos.

Em seguida Joaquim falou sobre a equação  $E=mc^2$ :

[...] essa energia pode ser calculada como  $E = mc^2$ , daí o Einstein, não é? Ser, por muitos, ser julgado como responsável pela bomba atômica. Mas o Einstein, dizem, diz ele, não é? Que nem pensava em bomba atômica. Mas eu acho que ele foi responsável também porque ele mandou a carta lá para o presidente dos Estados Unidos, que foi o que incentivou bastante o financiamento [...]

Observamos que mais uma vez o licenciando procurou conectar o assunto sendo trabalhado com questões relacionadas à sociedade e política. Tal depoimento gerou discussão entre todos os presentes sobre o projeto Manhattan, que se deu não apenas em torno da Física do projeto, mas sobre as políticas e a sociedade da época em que se desenvolveu. É interessante notar que este seminário foi o que mais gerou envolvimento da turma, provavelmente porque Joaquim abriu espaço no início do seminário para que os colegas o ajudassem em um assunto que ele afirmou não dominar e pela própria apresentação do licenciado em que fez afirmações que geraram discussão. Podemos supor que tal apresentação teria recebido bastante influência da leitura de textos que tratavam da abordagem CTS.

Em seguida, Joaquim apresentou algumas aplicações da Física Nuclear. Transcrevemos o trecho abaixo:

[...] e aí vocês, depois da aula de nuclear, vão ter muitos outros assuntos. Aqui eu citei alguns. Engraçado que este assunto de Física Nuclear motiva muito os alunos, apesar de ser bomba atômica, apesar de ser um assunto bem negativo, eles gostam muito desse assunto. Porque poxa, é energia, aquela explosão e tudo mais, não é? Os alunos adoram filme de guerra, essas coisas, não é?

Observamos novamente, que neste trecho, Joaquim provavelmente se posicionando como físico considerou que tratar de questões como a bomba seria algo negativo, procurando defender a ciência, no entanto ao se posicionar como professor e levando em conta aspectos mediados pela abordagem CTS considerou que para o aluno tais assuntos seriam motivantes. Observamos ainda que isto lhe pareceu contraditório. Tal contradição provavelmente se relaciona ao jogo de posições em que o licenciando se coloca.

Vale ressaltar que ao considerarmos que o licenciando se colocou na posição do físico, do professor e etc. o fazemos a partir de um referencial teórico no qual esse posicionamento implica na atribuição de sentido do próprio licenciando ao que seria o lugar do físico, do professor e etc., já que no discurso não podemos tratar do lugar concreto e sim da representação desse lugar, ou seja, o lugar transformado pelo imaginário do licenciando.

O licenciando seguiu sua apresentação dizendo:

Datação radioativa, olha quando vocês encontram algum elemento , uma pedra e quer saber a idade dela dá para saber por Física Nuclear. Os elementos emitem radiação, vai decaindo por tempo de vida média, aí o carbono 14, você pega uma determinada pedra, a quantidade de carbono 14 que tem ali você sabe o quanto de tempo demorou a ter aquela quantidade de carbono 14. Porque vai irradiando. Você sabe o tempo de vida média dele e você sabe a data daquela pedra. Marcação radioativa. Isso aqui é radiologia. Se o cara quer estudar uma determinada célula, só a mitocôndria, por exemplo, ele pode marcar a mitocôndria com algum elemento radioativo, aí ele vai observar, ele vê só a mitocôndria, não é? Destacada e tudo mais. Usinas, não é? Esse é um assunto bastante interessante, usina nuclear, a energia usada em submarinos. Irradiação de alimentos. Você irradia o alimento, daí se conserva mais. Lembrando que irradiação é diferente de contaminação e tudo mais. E medicina, medicina você tem raios-X, radioterapia. Radioterapia é o tratamento com a fonte fora, você tem o tratamento do tumor, você tem o paciente que você emite, você tem uma fonte que faz irradiação em cima da célula, de câncer, matando com a fonte fora, a braquiterapia é a fonte dentro do tumor, de dentro pra fora, a radioterapia é de fora para dentro a braquiterapia de dentro para fora [...]

Observamos então que o licenciando procurou trazer um tema de implicação social, discutir os processos físicos relacionados à Física Nuclear, sem usar a matemática (ou de acordo com os próprios licenciandos, sem se aprofundar) e por fim procurou trazer aplicações sociais da tecnologia relacionada à Física Nuclear. Neste último trecho poderíamos dizer que seriam as aplicações ‘positivas’ no sentido atribuído pelo licenciando a essa palavra, ou seja, aquilo que não prejudicaria a imagem da ciência. Ele encerrou o seminário com o trecho a seguir:

[...] como eu falei de bomba, não é moçada? A conclusão que eu tirei é o seguinte. Que eu tirei não, que eu acredito que os alunos iriam tirar. É o seguinte. Senão não completa a descoberta da radioatividade com muito [...] na ciência, na tecnologia deve ser esperada como uma mistura de benção, já que tem a medicina, a usina e tudo mais, mas também desgraça, não é? Seriam as armas nucleares [...] ia ser tão ruim quanto a aula. Então fica cada vez mais claro o milagre da ciência moderna, que existe [...] remédio, medicina, automóveis, aviões [...] aí poxa eu peguei isso em um livro. Aí eu não sei se essa frase é do autor do livro ou se ele arrancou isso de outro lugar, não é? Talvez foi de alguma pesquisa. Os aparelhos [...] distúrbio da tireóide com iodo radioativo é tão perigoso quanto fumar cem maços de cigarro, ou dirigir a 800.000 km numa auto-estrada [...] a verdade é essa, se você fizer um tratamento mal feito, nessas carnificinas que há por aí a fora, com certeza você vai morrer.

Em depoimentos anteriores, houve indícios de que Joaquim procurou defender a ciência, apresentando ou querendo apresentar seus aspectos ‘positivos’ ou aqueles que não prejudicassem a imagem da ciência. No entanto notamos que após a pesquisa e realização do seminário houve uma tendência do licenciando a não considerar mais a ciência como boa ou ruim. Esse aspecto pareceu reforçar-se se observarmos que no início do seminário Joaquim afirmou que queria falar de algo positivo sobre a Física Nuclear mas procurando um tema atual e relevante, influenciado pela abordagem CTS, foi levado a discutir a questão das armas nucleares, o que para ele não seria um assunto positivo. Outro fator que o levou a não trabalhar apenas aspectos positivos da ciência ao posicionar-se como professor, foi considerar que os alunos gostavam de assuntos como a bomba.

Após o seminário, houve um momento de discussão sobre o mesmo. Transcrevemos um trecho abaixo no qual Joaquim falou da abordagem CTSA e afirmou que abordava a Física Moderna em suas aulas por ser um cursinho que permitiria a abordagem de assuntos que não fossem diretamente relacionados ao vestibular:

[...] a conclusão que a gente chega é que esse tópico, CTSA, é uma linha muito boa para ser aplicada no Ensino Médio [...] todos esses assuntos que não são dados no Ensino Médio é o que mexe bastante, por experiência própria, com os alunos. Questões de Relatividade, Física Nuclear, Mecânica Quântica, tudo isso motiva bastante os alunos [...] Eu dei uma aula na semana passada sobre relatividade. É porque eu não dou aula no colégio, na verdade eu dou aula em um cursinho que é um projeto, não é? Social. Aí a gente tem um pouco de liberdade para falar sobre essas coisas. Aí eu peguei a Relatividade, peguei aquela matemática bem simples da Relatividade e dei uma aula, eles adoraram, adoraram [...]

Neste depoimento, notamos que a inclusão da Física Nuclear ou assuntos de Física Moderna e ainda a abordagem CTSA seriam importantes para Joaquim por que motivariam os alunos. Ele não tratou de questões específicas dessa Física ou da abordagem, mas valorizou tais introduções ou modificações no ensino. Ele também considerou que provavelmente se o trabalho fosse realizado em outro tipo de escola não haveria espaço para o tratamento da Física Moderna e Contemporânea, sendo assim o local de trabalho e os objetivos de ensino da escola em questão, seriam para ele um fator condicionante da introdução dessa Física no ensino médio. Observamos ainda que o interesse dos alunos justificaria essa introdução. E mais uma vez, observamos que a introdução da Física Moderna no imaginário desse licenciando deveria ser acompanhada de uma matemática acessível para os alunos.

Na aula seguinte, os licenciandos responderam um questionário sobre o seminário CTSA apresentado. Com relação ao que achavam que era pesquisado pelo movimento CTS, Joaquim afirmou:

O foco principal desta pesquisa é como a ciência constrói a tecnologia, ou o contrário e como estas determinam o desenvolvimento de uma sociedade. Por fim, como tudo isso pode ser aplicado nas escolas em ensino de ciências criando nos alunos uma conscientização de mundo a sua volta

Observamos neste último depoimento um indício de uma visão linear das relações CTSA. O licenciando se referiu à construção da tecnologia pela ciência, ou o contrário, no entanto, quando se referiu à relação com a sociedade, apontou um único sentido, ou seja, ciência e tecnologia sendo desenvolvidas, de um lado, e a aplicação das mesmas determinando o desenvolvimento da sociedade, de outro.

Assim, para Joaquim, a utilização de estratégias CTS no ensino de ciências serviria para conscientizar o aluno com relação ao mundo a sua volta. Justificativa utilizada pelo licenciando desde o início da disciplina. Porém notamos que a abordagem CTSA não apenas vincularia a Física ao dia-a-dia, mas neste último depoimento, para Joaquim ela auxiliaria na compreensão desse mundo, ou seja, o licenciado não apenas considerou em seu último depoimento que vincular a Física ao dia-a-dia do aluno tornaria o ensino mais fácil, mas proporcionaria ainda um entendimento do mundo.

Os licenciandos responderam um questionário final da disciplina. Quando questionado sobre que concepções sobre a *Questão Nuclear* imaginava que tinham os alunos da escola em que estagiou, Joaquim afirmou:

Dei aulas sobre Fontes de Energia com enfoque em Nuclear. Percebi que os alunos quando escutam algo sobre Nuclear, imaginam logo radiação e energia.

Assim, para Joaquim, parece que a Física Nuclear não só poderia ser inserida no ensino médio como ele procurou fazer tal inserção. Apesar de não indicar aqui como teria sido a maneira de trabalho, em seu relatório de estágio o licenciando indicou que teria utilizado o que aprendeu sobre CTSA. Nesse relatório, o licenciando ainda afirmou que o resultado teria sido muito positivo com relação ao interesse dos alunos, que fizeram muitas perguntas durante e depois da aula. Ressaltamos a valorização por parte do licenciando da utilização da abordagem CTSA, nesse último depoimento.

Quando questionado sobre a contribuição das temáticas de cada um dos seminários para o ensino das concepções citadas acima, Joaquim afirmou:

O enfoque CTSA contribui bastante para a conscientização política e social dos alunos. A história da ciência desperta nos alunos o gosto pela ciência, uma vez que eles passam a conhecer o processo de evolução da mesma e como trabalham os cientistas. As outras duas [Resolução de Problemas e Linguagens no Ensino de Ciências] colaboraram bastante na abordagem matemática e como esta pode ser mais bem trabalhada

Joaquim então apontou a contribuição de todas as estratégias tratadas na disciplina, sem privilegiar nenhuma. O enfoque CTSA estaria ligado à conscientização dos alunos, a História da Ciência, ao processo de produção da ciência e a Resolução de Problemas e Linguagens no ensino de ciências possibilitariam um trabalho melhor com a matemática.

A partir das considerações acima, observamos que Joaquim se preocupou desde o início da disciplina com o papel social da educação, afirmando trabalhar em um cursinho popular e mostrando-se preocupado com a finalidade do ensino que, para ele, deveria ser vinculado ao dia-a-dia do aluno, de maneira a tornar-se mais fácil. Em alguns momentos observamos que essa vinculação seria propiciada, de acordo com o licenciando, por atividades práticas, talvez pretendendo que a Física fosse mais concreta para os estudantes. Observamos também que o licenciando se preocupava constantemente com o interesse dos alunos e tal interesse apareceria como justificativa para assuntos e formas de abordagem que poderiam ser tratados. Ele considerou, por exemplo, que o uso do livro didático não deveria ser exclusivo no ensino de Física, já que seus assuntos não seriam atrativos para os alunos.

Assim, para Joaquim, a principal justificativa para a escolha de conteúdos e sua forma de trabalho seria: relevância no que diz respeito ao caráter social e o interesse propiciado aos alunos. Provavelmente estas considerações o levaram já no início da disciplina a considerar a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio. Observamos que Joaquim provavelmente colocando-se no lugar do físico parecia querer defender a ciência, mas ao colocar-se no lugar do professor procurou assuntos que fossem atrativos para seus alunos e utilizando a abordagem CTSA tratou ou considerou o tratamento de questões que não apresentavam, segundo ele, somente aspectos positivos da Física Nuclear, tais como a bomba atômica, por exemplo.

Observamos ainda que provavelmente o trabalho com a abordagem CTSA o fez ampliar suas justificativas com relação aos assuntos e formas de trabalho no ensino de Física de forma que a vinculação da Física ao dia-a-dia do aluno passou a ser não apenas uma maneira de tornar o ensino mais fácil, mas também uma maneira de conscientizar o aluno sobre o mundo à sua volta e de ajudá-lo na compreensão desse mundo. Para Joaquim que este último aspecto

não seria mais propiciado apenas por atividades práticas, como considerou no início da disciplina, mas provavelmente também por uma abordagem como a CTSA, ou seja, também a abordagem CTSA propiciaria um tratamento mais concreto da Física.

Com relação a como introduzir a Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, observamos que, para Joaquim, implicaria em um não aprofundamento, ou o que seria o mesmo para ele, implicaria em um tratamento superficial do funcionamento (matemático) dos fenômenos. Tais considerações foram geradas provavelmente pela consideração da dificuldade da matemática da Física Nuclear (que talvez ele mesmo sentisse ao falar da dificuldade ao preparar uma aula sobre um assunto que não tinha estudado na graduação) e as dificuldades dos alunos, que nos relatórios de estágio normalmente eram associadas à matemática.

Observamos que o licenciando recorreu à mídia ao citar assuntos que fariam parte do dia-a-dia dos estudantes. Por outro lado, mesmo que tais assuntos fossem abordados pela mídia e sendo assim do conhecimento dos alunos, o licenciando considerou que os mesmos deveriam ser trabalhados na escola, já que esta daria o ponto de vista da ciência e a mídia não.

Observamos, com relação à escolha de conteúdos, que estes estiveram relacionados à atividade que estava sendo realizada na disciplina. No início da disciplina Joaquim citou assuntos presentes na mídia (como acidente de Goiânia, energia nuclear, política), quando questionado diretamente sobre conteúdos a serem tratados no ensino médio, citou termos mais próximos da Física Nuclear abordada na Universidade (fissão, fusão, decaimento), porém ligados à energia nuclear e o acidente de Goiânia. Quando preparava o *episódio de ensino* com abordagem CTSA citou aplicações da Física Nuclear.

Com relação às formas de abordagem dos conteúdos, observamos que a estratégia pretendida pareceu estar associada ao conteúdo ou tema em questão quando em um dos planejamentos os licenciandos associaram a bomba a um tratamento histórico, a usina a discussões sobre benefícios e prejuízos e a datação e radioterapia não especificaram estratégias ou abordagens. Tais associações poderiam estar relacionadas à abordagem da mídia para as mesmas questões.

Ainda com relação à abordagem, observamos novamente que, desde o início da disciplina, Joaquim pareceu se preocupar com questões sociais e assim que a Física Nuclear passa a fazer parte das condições de produção imediatas da disciplina o licenciando passou a se preocupar também com questões ambientais. Talvez tais preocupações tenham contribuído na escolha do licenciado pela abordagem CTSA.

Com relação à abordagem e à dinâmica do *episódio de ensino* apresentado por Joaquim, observamos que ele recorreu constantemente a temas de relevância social (conforme recomendam alguns artigos de pesquisa sobre o movimento CTS no ensino de Física): falou sobre o acidente de Goiânia, iniciou o seminário com uma notícia de jornal, utilizou a bomba nuclear como exemplo para discutir a relação  $E = mc^2$ , o que poderia ter contribuído para discussões que ocorreram e participações dos outros licenciandos durante e após o seminário.

Observamos também que a professora pediu aos licenciandos que o *episódio de ensino* fosse pensado de forma dialógica e talvez por isso a apresentação do licenciando foi realizada com bastante abertura para diálogo. Também devemos considerar que as dificuldades que o licenciando, no início de sua apresentação no seminário, afirmou ter encontrado na elaboração do *episódio de ensino*, já que não havia cursado a disciplina Física Nuclear e o apelo de ajuda aos colegas, provavelmente também contribuiu para suas manifestações.

Observamos ainda que os assuntos escolhidos sobre a Física Nuclear para elaboração do *episódio de ensino* estiveram relacionados à própria abordagem CTSA, além de estarem de acordo com a constante consideração do licenciando relacionada ao interesse dos estudantes.

No que diz respeito a considerações do licenciando sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, há indícios de que seriam lineares, ou seja, a ciência e a tecnologia se desenvolveriam mutuamente o desenvolvimento tecnológico propiciado, por sua vez, seria aplicado socialmente.

Com relação a introduzir ou não a Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e possíveis modificações nas formas de ensino, observamos que o vestibular e/ou o local de trabalho (considerando principalmente a finalidade do ensino em uma determinada escola) restringiria a forma de trabalho e o conteúdo, o que poderia por exemplo impedir a introdução da Física Nuclear ou a utilização de uma abordagem CTSA. No entanto podemos considerar que a introdução dessa Física e a utilização da abordagem CTSA seriam significativas para o licenciando, já que ele não apenas afirmou isso, mas procurou levar tais aspectos para sua prática em sala de aula durante o estágio que realizou, mesmo que isso não tenha sido requisitado pela professora da disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*. Ainda com relação à introdução ou não, observamos que a insegurança do licenciando com relação a um assunto que não domina foi apontada como limitante no planejamento de uma aula.

#### d. Alex e a Rigorosidade

Em resposta ao questionário inicial, Alex afirmou que lecionava Física em um curso pré-vestibular e dois colégios. Quando questionado sobre como planejava suas aulas, respondeu:

Leio um pouco sobre o assunto a ser dado em aula, escolho os exercícios mais interessantes, **sob o meu ponto de vista**, e geralmente pesquiso algum tópico atual sobre o assunto a ser dado para possíveis discussões em sala de aula [negrito nosso]

Para o licenciando, a inserção de tópicos atuais serviria para gerar discussões em sala de aula, porém não pudemos compreender qual seria o significado de “algum tópico atual” para o licenciando. Notamos que ele procurava exercícios interessantes para serem dados “sob o seu ponto de vista”, também não pudemos compreender como ou quais seriam esses exercícios.

Observamos que desde este primeiro momento a maioria das manifestações do licenciando com relação ao ensino de Física foram acompanhadas de termos como “em minha opinião”, “sob o meu ponto de vista”, talvez considerando a subjetividade de questões educacionais em contraste com suas manifestações com relação à Física (conforme observaremos através de alguns indícios em depoimentos posteriores) de que essa estaria mais ligada a métodos, racionalidade, objetividade, rigorosidade ou exatidão. Também devemos considerar que ele pode ter levado em conta o caráter aberto do questionário inicial e de outras solicitações ao longo do curso, tendo esse caráter grande influência sobre as suas respostas.

Quando questionado sobre o que seria para ele o bom professor de Física, Alex afirmou:

O bom professor que ensina física, **em minha opinião**, é aquele que institui práticas que façam aguçar o interesse do aluno pelo assunto estudado, seja através de história da ciência, práticas experimentais, exemplos do cotidiano, etc., mas nunca perde o **rigor** de ensinar a física através de conceitos e formulas, etc.[negrito nosso]

Observamos que o licenciando considerou a utilização de abordagens como História da Ciência e experimentação. Para Alex estas abordagens, junto da utilização de exemplos do cotidiano, serviriam para motivar os estudantes durante o ensino da Física. Observamos ainda que o licenciando não considerou as especificidades destas práticas para justificar sua utilização apesar de citá-las, apenas considerou o interesse que gerariam nos estudantes.

Notamos ainda que talvez, para Alex, o ensino rigoroso não seria motivante e ainda a utilização das abordagens citadas não consistiria de um ensino rigoroso/exato ou ainda não consistiria do ensino de conceitos e fórmulas.

Ressaltamos que, para o ensino de Física, Alex considerou que deveria haver rigor/exatidão; provavelmente fez essa consideração a partir do lugar atribuído ao físico, cuja formação na área valoriza tais aspectos.

A partir das considerações dos últimos parágrafos poderíamos supor que para Alex a justificativa para os assuntos trabalhados e formas de trabalho seriam a necessidade do rigor na Física e a motivação dos alunos.

Quando questionado sobre os principais assuntos de Física que achava que deveriam ser trabalhados no ensino médio, Alex afirmou:

Todos os assuntos atualmente estudados com a inserção de física moderna (pequena introdução)

Observamos que o licenciando considerou que a Física Moderna deveria ser inserida, porém apenas uma pequena introdução, provavelmente por se tratar do ensino médio. Talvez ele considerasse que o ensino de Física, devendo ser rigoroso, e a Física Moderna sendo difícil para os alunos, apenas uma pequena introdução desta seria mais apropriada.

Em aula posterior, foram escolhidas as abordagens e Alex escolheu História da Ciência, fazendo dupla com Daniel. Na aula seguinte a professora pediu que os licenciandos escrevessem suas primeiras idéias sobre o ensino de Física Nuclear para o ensino médio. Alex escreveu:

Algumas abordagens relevantes **em minha opinião** são:

1. História – surgimento da física nuclear (principais descobertas, problemas e soluções)
2. Física – explicação de processos nucleares simples
3. Energia nuclear – usinas nucleares, bomba, etc.. radioterapia, raios – x, projetos
2. Utilizando o paradigma
4. Política x decisões em tempo de guerra, o que a energia nuclear mudou na política internacional atual, debates, opiniões, etc. [negrito nosso]

Notamos que nesse depoimento a História da Ciência, para o licenciando, estaria relacionada a descobertas que se dariam a partir da resolução de problemas. E ainda notamos indícios de que para Alex a Ciência se desenvolveria a partir de paradigmas, aspecto provavelmente presente devido à leitura de textos sobre filosofia da ciência de Thomas Kuhn, talvez em disciplina anterior, na qual esse autor costumava ser trabalhado.

Notamos que o licenciando separou a Física da História utilizando itens diferentes. Na parte histórica seria abordado o surgimento e na parte da Física seria abordada a explicação de processos. Parece que para Alex, utilizar a História da Ciência, ou explicar o surgimento da Física não seria também ensinar Física. Notamos provavelmente outro indício dessa separação quando o licenciando considerou que o ensino de Física deveria utilizar o paradigma provavelmente vigente (item dois do trecho transcrito anteriormente), ou seja, a explicação de processos nucleares excluiria um tratamento histórico no qual seriam utilizados diversos paradigmas.

Observamos ainda que o licenciando acrescentou dois outros itens (três e quatro do trecho transcrito acima), os quais parecem estar mais relacionados com tecnologias associadas à Física Nuclear e com a política envolvida em questões nucleares. Provavelmente a tecnologia e a política não fariam parte de uma abordagem histórica. Poderíamos considerar que para este licenciando a ciência seria isolada, se desenvolveria a partir de aspectos internos à mesma, sem conexões com a política, sociedade ou tecnologia.

Com relação aos conteúdos a serem trabalhados, observamos que se relacionavam à produção de energia, bomba, radioterapia, aos raios-x e ao que ele chamou de projetos.

Observamos ainda que no item Física ele procurou explicitar que os processos nucleares trabalhados deveriam ser simples, provavelmente por estar fazendo suposições com relação ao que o aluno do ensino médio conheceria e poderia aprender sobre a Física Nuclear.

Em aula posterior a professora pediu que os licenciandos respondessem um questionário para ajudá-los no planejamento dos seminários. Quando questionados sobre qual a estratégia de ensino para o seminário, observamos que novamente a Física e a História foram separadas na resposta de Alex e Daniel:

Apresentação através de transparências, com possível uso do quadro negro, abordando aspectos históricos e físicos da formação da física nuclear.

.Quando questionados sobre que concepções sobre ciência o grupo pretendia ajudar os estudantes a construir, Alex e Daniel responderam:

Ciência como processo investigativo e de criatividade, formando um cidadão de opinião, senso crítico e ao mesmo tempo maravilhando-se com o processo de formação da ciência.

Observamos que nesse último depoimento apareceram aspectos até então não apontados pelo licenciando, como o papel da criatividade no processo científico, a formação de opinião, de senso crítico e a possibilidade dos estudantes se maravilharem com a ciência.

Estes elementos seriam bastante diversos do rigor anteriormente apontado por Alex. Observamos que estes aspectos apontados pelos dois licenciandos são normalmente citados pelas pesquisas em História da Ciência no ensino de Física ou nas pesquisas em ensino de Física em geral e talvez por isso esses aspectos tenham sido incorporados ao discurso dos licenciandos. No entanto observamos a partir da transcrição da fita gravada durante a realização deste questionário que os licenciandos pareceram apropriar-se de idéias que retiraram de um livro, porém demonstraram não compreender o significado dessas idéias. Eles reproduziriam tais idéias procurando uma resposta que estivesse de acordo com o que a professora iria considerar como certo ou errado, conforme observamos no trecho transcrito abaixo:

Alex: [...] Ciência como processo investigativo e de criatividade, tudo bem? Você concorda? Isso está no livro, mas não entendi.

Daniel: Então, nem eu.

Alex: Investigativo e de criatividade Formando um cidadão de opinião, senso crítico e ao mesmo tempo [...] maravilhando-se [risos da dupla] com o processo de formação da Ciência.[...]

Daniel: Na próxima aula a gente vai ver que não tem nada a ver com o que a gente está pensando [risos]

Alex: Fazer o que, não é? Agora a gente tem que escrever [...] a respeito do meio em que vivemos. A professora vai ler isso aqui e vai chorar, ou vai dar gargalhadas, não é? Um dos dois.

Nessa conversa podemos notar o quanto a gravação possibilita constatar aspectos do desenrolar da aula que de outra maneira não teríamos acesso.

A consideração com relação a ‘maravilhar-se com o processo de formação da Ciência’ provavelmente se deve ao gosto da dupla com relação à abordagem histórica, em especial de Alex, que demonstrou apreço pela História da Ciência durante a disciplina e vontade de seguir os estudos em pós-graduação na área. Essa estima pela História da Ciência fica clara quando respondem a questão sobre qual era e no que consistia a estratégia selecionada para o *episódio de ensino* do grupo:

História de Ciências – é a área do ensino de física que mais gostamos e que não é enfatizada no ensino atual

Os licenciandos apontaram no último depoimento que a História da Ciência não seria enfatizada no ensino atual, no entanto afirmaram, em resposta à questão seguinte, que não sabiam como a estratégia vinha sendo utilizada no ensino de Ciências e em particular da Física. No primeiro depoimento talvez estivessem apenas se referindo ao próprio curso.

Quando questionados sobre como justificavam trabalhar com a estratégia escolhida para desenvolver questões nucleares com estudantes do ensino médio, Alex e Daniel responderam:

Através de exemplos históricos conscientizar o aluno da importância de ter um conhecimento de assuntos que podem efetivamente influenciar em sua vida.

Seu argumento é um argumento comum na pesquisa em ensino de Física e também presente na legislação brasileira para a área. Refere-se à importância do conhecimento para a vida do aluno.

Com relação aos itens que eles consideravam que deveriam ser trabalhados com os estudantes do ensino médio, Alex e Daniel afirmaram:

Descoberta da fissão nuclear e fusão, como funciona ou qual o modelo aceito atualmente para o processo de fissão – fusão. Energias envolvidas (equações simples dos fenômenos). Utilização – reatores nucleares (água pesada, moderadores de nêutrons/ combustível estelar – nosso sol) e armas nucleares, bomba físsil, bomba H, acidente Chernobyl.

Evolução do entendimento a respeito do átomo.

1897 – Descoberta do Elétron.

1909 – Descoberta do Núcleo.

1919 – Próton – previsão do Nêutron por Rutherford.

1932 – Descoberta do Nêutron.

1938 – Fissão do Urânio  $^{235}\text{U}$ .

1949? – Fusão de  $^1\text{H}$ .

Movimento Pacifista, Projeto Manhattan e Principais problemas no funcionamento de um reator nuclear.

Observamos que a descoberta foi associada à abordagem histórica. Notamos que os licenciandos afirmaram mais uma vez que a abordagem deveria ser simples, no caso das equações, provavelmente preocupados com o nível ao qual se dirigia o ensino.

A partir deste último depoimento, notamos que provavelmente, para os licenciandos, a abordagem histórica implicaria em falar de acontecimentos chave em datas específicas.

Com relação aos conteúdos que seriam tratados os licenciandos citaram fissão, fusão, energia, reatores, sol, armas nucleares, bombas, acidente nuclear, descobertas do elétron, núcleo, próton, nêutron, movimento pacifista e projeto Manhattan. Poderíamos considerar que, dada a quantidade de possibilidades de assuntos a serem tratados, citados pelos licenciandos, talvez eles não estivessem pensando em uma estratégia de ensino específica ou na relevância de um conteúdo específico ou ainda o objetivo de se tratar a Física Nuclear no ensino médio. Podemos supor que isso ocorreu devido a uma falta de clareza por parte dos licenciandos sobre o que tratar, ou por considerarem que a História da Física Nuclear que

deveria ser ensinada, consistiria da abordagem de todos os assuntos relacionados à Física Nuclear ao longo do tempo.

Na aula seguinte houve a apresentação do seminário de CTSA e após a apresentação do seminário Alex deu sua opinião sobre o mesmo dizendo:

Alex: [...] eu acho que o seminário ficou muito bom, principalmente essa ponte que vocês fizeram, falou sobre o CTSA depois mostrou a aplicação. Eu acho esse problema da bomba, achei muito legal isso aí entendeu e o estilo da apresentação, dos tópicos de Física Nuclear, ficou muito interessante e a única observação que eu tenho que fazer é no sentido de, eu sei que você preparou correndo, mas é no sentido de **ter mais rigor nos termos**, no sentido de, não tanto de saber Física Nuclear, não é nesse sentido, é mais, por exemplo, **no sentido histórico, no ano tal fez o negócio tal**.

Joaquim: Eu planejei isso, está ali a parte histórica, mas não, na hora sei lá o que acontece.

Alex: E em outro sentido também, por exemplo, tem uma hora que você falou que o urânio 235 ele era estável, mas na verdade ele não é estável, ele é físsil. Não é nem no sentido de você saber Nuclear, mas é no sentido de que o aluno que ouvir isso ele não carregar [...]

Joaquim: Isso é importante.

Alex: Mas eu achei o seminário muito bom.

Observamos novamente a importância que Alex confere à rigorosidade. Neste último trecho ele chamou a atenção do colega pela não rigorosidade histórica de sua apresentação, provavelmente por que estava preparando o seminário de História da Ciência. Notamos que, para Alex, a rigorosidade histórica consistiria em dizer com exatidão em que ano teria acontecido determinado fato.

Na aula seguinte, foi apresentado o seminário sobre História da Ciência e o *episódio de ensino* com a abordagem. O seminário foi dividido em duas partes, uma apresentada por Daniel tratando da abordagem e outra apresentada por Alex tratando do *episódio de ensino*.

Antes da apresentação do seminário, os licenciandos entregaram o seguinte resumo aos presentes:

A fim de utilizarmos a história da ciência no ensino médio fizemos um estudo de como, quando e porque ela deve ser utilizada na aprendizagem. No ensino médio onde o enfoque é voltado para conhecer as leis da área e saber resolver equações, tentaremos através de uma abordagem histórica externalista e fazendo um perfil epistemológico de alguns grandes cientistas ajudar na aprendizagem do conhecimento científico. A abordagem histórica será feita analisando as principais dificuldades e descobertas da física nuclear na primeira metade do séc. XX.

Observamos que os licenciandos procuraram pesquisar como, quando e porque a História deveria ser utilizada na aprendizagem, de forma que nesse momento não consideraram apenas que ela seria utilizada para motivar os alunos. A História seria utilizada

ainda como alternativa a um ensino baseado apenas em leis e equações. Ela seria uma maneira de aprender conhecimentos científicos, aspecto até então não apontado pela dupla e que provavelmente surgiu mediado pela pesquisa e trabalho com a abordagem. Encontramos indícios do contato dos licenciandos com textos de pesquisa quando observamos que eles se apropriaram de termos utilizados na linguagem de pesquisadores em ensino de ciências, como por exemplo “abordagem externalista” e “perfil epistemológico”.

Notamos ainda que eles consideraram que, para a aprendizagem do conhecimento científico relacionado ao tema em questão (Física Nuclear) a abordagem histórica deveria ser externalista. Talvez a dupla tenha optado por uma abordagem externalista por se tratar de Física Nuclear, considerando que uma abordagem internalista seria difícil para os alunos do ensino médio. Esse ponto pareceu ficar evidente na fala seguinte, quando Daniel apresentou um trecho em que discutiu a abordagem histórica:

E quando a ênfase é para ser dada? Quando é utilizada a abordagem histórica? Então, quando o aluno é do segundo grau ele fala que não é para ser dada muita ênfase, é para ser dada, mas não muita. E qual o nível do aluno? Quantas vezes já viu essa matéria? Todas essas questões são levadas em consideração [...] E no caso da Física Nuclear que não é um tópico abordado no Ensino Médio então a gente resolveu dar a abordagem que a gente vai dar, que é uma abordagem externalista, e que fala como, que explicaria como era a sociedade na época, quais as necessidades tecnológicas [...]

Observamos que pelo fato de que a Física Nuclear não estava incluída no currículo do ensino médio os licenciandos resolveram adotar uma abordagem externalista. Outro fator provável para essa escolha seriam as dificuldades que os licenciandos supunham que os estudantes iriam apresentar.

Observamos mais uma vez a separação entre a Física e a História, já que segundo os licenciandos, para que possa haver a abordagem histórica a Física em questão já deveria ter sido trabalhada, ou seja, a História não seria meio para esse aprendizado de Física, mas talvez uma complementação de um aprendizado prévio.

No trecho apresentado a seguir, observamos que Daniel fez pré-suposições dos conhecimentos dos estudantes e do nível de dificuldade que teriam aprendendo a Física Nuclear, excluindo a possibilidade de utilização de originais de cientistas no ensino dessa Física:

[...] os outros que ele fala, as abordagens, não caberia muito aqui o que ele fala da leitura de originais. A Física Nuclear, pelo menos ao meu ver, ela já usa uma linguagem um pouco mais complicada para estar passando para o Ensino Médio. Tem experimentos

chave da História que seriam interessantes fazer e também Física Nuclear, fazer isso no Ensino Médio não é muito legal [...]

No imaginário desses licenciandos, a Física Nuclear seria complicada para os estudantes do ensino médio, restringindo determinadas formas, atividades ou os materiais utilizados na abordagem histórica. Essa restrição à Física Nuclear ficou mais evidente quando retornamos a uma das aulas no início da disciplina, gravada em vídeo, na qual os licenciandos discutiram a utilização de originais de cientistas. O licenciando Daniel se posicionou a favor de sua utilização, dizendo que possibilitaria a aproximação dos alunos com a ciência e o cientista e a aquisição do hábito de leitura. Porém no último depoimento tratando-se da Física Nuclear o posicionamento foi desfavorável à utilização.

Em seguida, Daniel falou sobre a diferença entre crença científica e conhecimento científico, dizendo que a primeira se basearia na autoridade do professor, do cientista, da ciência, etc. enquanto a segunda poderia ser propiciada pelo estudo da História da Ciência, ou de sua utilização no ensino de Física. Observamos que eles procuraram fundamentar as justificativas para a utilização da História da Ciência e não apenas considerar que ela serviria como motivação para os alunos.

Alex então iniciou sua parte na apresentação do seminário dizendo o que pretendia tratar e reforçando que sua abordagem seria externalista e consistiria da apresentação do que se passava e como era feita a pesquisa em Física Nuclear no período histórico de 1895 até aproximadamente 1945. Durante toda sua exposição, Alex apresentou transparências, com fotos de cientistas, esquemas de experimentos e datas. Transcrevemos a seguir o trecho inicial da apresentação de Alex:

Alex: Como o Daniel falou aqui, o assunto que eu vou tratar, em particular utilizando essa linha de pensamento que ele falou, sobre um método de passar História da Física, é uma abordagem externalista e para isso vou pegar um período em particular que é um período na verdade de nascimento da História da Física Nuclear. É o período que vai desde 1895 aproximadamente, não são datas exatas, até 1945. O que se passava? Como era feita a pesquisa em Física Nuclear nessa época? Essa primeira metade do século XX, pode-se dizer que é o período de formação do átomo, nessa época de 1896 o que foi descoberto?

Observamos que o critério para o recorte escolhido com relação ao que abordar foram as datas em que haveriam ocorrido fatos significativos para o surgimento da Física Nuclear e não um assunto específico desta Física que ele poderia ter considerado relevante para ser trabalhado com os alunos do ensino médio. Esse fato provavelmente indica, como já comentado, que em seu imaginário a abordagem histórica para o ensino de Física se

relacionaria a fatos importantes ocorridos em datas específicas.

Alex iniciou a apresentação do *episódio de ensino* mostrando o esquema de um experimento realizado por Becquerel, Marie e Pierre Curie, em que chapas fotográficas colocadas próximas de uma caixa de chumbo contendo polônio seriam impressionadas por partículas. De acordo com Alex, essas partículas emitidas espontaneamente pelo polônio seriam núcleos do hélio, também chamadas partículas alfa. Segundo o licenciando, esse experimento teria levado os cientistas à descoberta da radioatividade.

Em seguida, o licenciando falou sobre a descoberta do elétron por Thompson. Explicou que até então a comunidade científica sabia que o átomo era composto de cargas positivas e negativas porém não tinha conhecimento da localização dessas cargas no átomo. Alex esclareceu que com a descoberta do elétron haveria surgido o modelo do ‘pudim de passas’ e explicou-o. Alex ainda apresentou o experimento realizado por Thompson para a descoberta do elétron. Reproduzimos abaixo um trecho de sua fala:

Thompson descobriu o elétron em [...]. Como ele descobriu? Qual o aparelho que ele usou? Foi esse aqui [mostra transparência], esse aqui é o chamado tubo de raios catódicos ou [...] que é sinônimo. Ele fez o seguinte, ele emitiu um feixe do que ele imaginava ser uma partícula [...], nessa região aqui, ele colimou esse feixe nessa região G aqui e fez passar aqui nessas duas placas, onde tem um campo magnético, como a gente sabe se essas partículas, que ele supunha terem cargas elétricas, se isso fosse verdade qualquer partícula que tem uma carga elétrica quando passa num campo magnético vai desviar e foi justamente o que ele viu quando ela passou aqui, sofreu um certo desvio, aí ele colocou essa razão de carga sobre a massa, utilizando um cálculo simples mesmo de movimento uniformemente variado, calculou aquela razão, aqui calculou a massa e depois ele descobriu mais tarde em 1911 por um cara chamado Milikan, descobriu que a carga do elétron era em torno de  $1.6 \times 10^{-19}$  Coulomb, que é a unidade de carga, esse foi o experimento de Thompson para descobrir os elétrons nessa época, depois que ele descobriu ele formulou esse modelo de átomos de cargas negativas e cargas positivas.

Notamos indícios de que o imaginário do licenciando parecia permeado pelo desenvolvimento empírico da ciência. A partir do recorte que ele fez na História da Ciência, destacando constantemente datas e experimentos relevantes em seu ponto de vista, parece que a ciência para ele, ou pelo menos a construção da Física Nuclear, seria baseada em descobertas a partir de experimentos fundamentais. Experimentos esses que seriam realizados a partir de concepções pré-existentes e, na maioria das vezes, romperiam com tais concepções.

Em seguida, Alex falou da descoberta do núcleo por Rutherford, Geiger e Marsden em 1911, apresentando e explicando o aparato experimental de espalhamento. É interessante notar que ele incluía constantemente comentários que chama de curiosidades, como no trecho

reproduzido abaixo e em outros não transcritos:

[...] Rutherford, ele e mais dois colaboradores, um chamado Geiger inventor do contador Geiger, e outro chamado Marsden, descobrem o núcleo atômico. Esse Marsden, só por curiosidade, era um estudante de 20 anos, não tinha nem terminado a graduação ainda. [...] Só como curiosidade epistemológica, não sei se é esse o termo correto, mas na época não se falava em grupo de pesquisa, não tinha esse conceito de grupo de pesquisa, não existia o grupo do Rutherford, não existia o grupo dos Curie.[...] [grifos nossos]

Cabe aqui notar que os livros didáticos de Física costumam apresentar trechos intitulados curiosidades históricas e talvez por influência desse discurso o licenciando utilize esse termo.

Em seguida Alex falou sobre as características da partícula alfa e sua caracterização por Gamow e explicou o processo de decaimento alfa. A apresentação do *episódio de ensino* foi finalizada com explicações relacionadas à bomba nuclear e com uma discussão sobre acontecimentos sócios-políticos, também relacionados à bomba atômica.

Observamos que apesar de considerarem que a apresentação seria externalista, o *episódio de ensino* não tratou de questões, por exemplo, políticas ou sociais, externas à ciência, no entanto não tratou também de particularidades internas à ciência. Poderíamos dizer que a apresentação realizada consistiria de uma abordagem, organizada cronologicamente, da evolução de algumas idéias chave no desenvolvimento da Física Nuclear.

Assim, o *episódio de ensino* baseou-se na apresentação de datas, cientistas e experimentos que, para os licenciandos, teriam sido fundamentais no desenvolvimento da Física Nuclear. Notamos que, apesar de explicarem que a abordagem dependeria do nível dos estudantes e que o tratamento de Física Nuclear excluiria, por exemplo, o tratamento de originais, devido à sua linguagem, durante todo o seminário a linguagem utilizada foi específica da Física Nuclear. Os licenciandos procuraram expor uma quantidade bastante grande de informações em seu *episódio de ensino*. Provavelmente isso tenha ocorrido porque os licenciandos assimilaram e consideraram aspectos presentes na pesquisa em ensino de ciências relativos à abordagem histórica, demonstraram intenção de pôr em prática o que diziam esses estudos, mas possivelmente a História da Física com a qual estavam acostumados, que haviam aprendido, que tinham como referência, seria bastante parecida com a história que apresentaram de fato no seminário. Faltou-lhes, portanto, subsídios para apresentarem outro tipo de História da Ciência.

Consideramos ainda que os licenciandos reproduziram trechos de pesquisas em ensino de ciências e demonstraram intenção de apresentar e considerar determinados elementos presentes na pesquisa no *episódio de ensino*, ou ainda criticaram e demonstraram a intenção

de romper com o ensino usual. Por outro lado, o nível dos supostos alunos, bem como o fato de se tratar de Física Nuclear, pareceu impedi-los de darem o enfoque que gostariam. A partir da apresentação do *episódio de ensino*, novamente notamos que, no imaginário desses licenciandos, os significados das abordagens externalista e internalista não se aproximavam dos significados desses aspectos na pesquisa em ensino de ciências. E a própria abordagem histórica, como foi apresentada no *episódio de ensino*, se distanciou dessas pesquisas.

Provavelmente o pouco tempo de pesquisa e trabalho com a abordagem durante a disciplina não foi suficiente para que ocorressem maiores deslocamentos com relação à prática de aspectos da abordagem que os licenciandos disseram considerar relevantes.

Também encontramos outros fatores que pareceram ter influenciado o imaginário desses licenciandos, relacionados às condições de produção do ensino médio brasileiro. É o caso do vestibular, apontado por Daniel em sua apresentação, e outros aspectos relacionados ao que seria o ensino considerado ‘adequado’ no ambiente escolar, conforme observamos no desabafo abaixo do licenciando Alex, durante uma discussão ocorrida após o seminário:

Aconteceu um fato bem interessante, uma vez eu estava dando uma aula teste em um cursinho para dar aulas lá. Era sobre partículas carregadas em um campo, aí eu falei, no final eu dei um exemplo histórico: esse método, isso é utilizado em espectrômetro de massa, foi usado na segunda guerra, na fabricação de urânio. No final o rapaz que estava avaliando falou: ‘gostei muito da sua aula, mas o final eu não gostei, não tem espaço para comentar estas coisas na sala de aula do cursinho’ e eu não passei por causa disso.

Ainda durante a discussão após o seminário, no momento em que os presentes deram sua opinião sobre a apresentação, ocorreu o seguinte diálogo:

Marco: [...] gostei também, achei muito interessante. Concordo com a parte do excesso de informação, numa aula de Ensino Médio e assim o que eu achei é que pudesse ser um pouco mais de informação [...] as abordagens externalista e internalista talvez pudesse falar mais um pouquinho.

Profa: Vocês dois querem comentar alguma coisa do que eles comentaram?

Alex: Só o propósito que foi o Ensino Médio é uma espécie de condição e assim só isso.

Observamos, a partir desse depoimento, que quando um dos licenciandos criticou a apresentação que seria dirigida a alunos do ensino médio, Alex se manifestou de maneira a não concordar com a condição de que o seminário fosse para o ensino médio. Talvez ele considerasse que a apresentação que fizeram seria mais apropriada para professores do que estudantes do ensino médio. Podemos considerar que ele tenha se preocupado, em sua apresentação, ao expor uma grande quantidade de informações, com o que considerava rigorosidade em sua abordagem histórica, o que para ele não seria apropriado para alunos do

ensino médio. Observamos que Alex manifestaria um conflito: introduzir a Física Nuclear de forma simples no ensino médio mas ao mesmo tempo ser rigoroso, o que para ele talvez fosse difícil dado o conhecimento que supôs que teriam seus alunos.

Observamos ainda que, após a apresentação do seminário, a professora fez algumas críticas à estratégia utilizada pelos licenciados, o que pareceu interferir na elaboração do trabalho final da dupla como veremos a seguir. A professora observou que os licenciandos poderiam ter dado maior relevância a alguns aspectos de sua apresentação como a equação  $E=mc^2$ , ao invés de terem apresentado o que a professora chamou de uma evolução de conceitos em Física Nuclear, conforme o depoimento a seguir, no qual criticou também o fato da apresentação dar a idéia de que a ciência seria construída por indivíduos isolados:

Professora: [...] como a Física foi sendo construída a partir da própria Física, o que ia acontecendo na Física. Acho um pouco difícil não fazer dessa forma, mas ainda pensando numa palestra para a população eu acho que houve um pouquinho de excesso de nomes. Não de nomes, os nomes são importantes, mas a idéia de como se constrói a Ciência. Quando a gente pega só o caretinha que fez o principal e você fez isso o tempo todo então dá a impressão que é sempre o indivíduo o tempo todo sozinho, você chega até a falar: 'olha não havia grupos'.

A professora também procurou situar os licenciandos com relação à diferença entre uma abordagem que trataria da evolução de conceitos e uma abordagem histórica, falando ainda da dificuldade desta abordagem e a necessidade de talvez trabalhar com professores de outras áreas:

Professora: [...] quando você fala de História, o lado histórico é importante, a mudança. Historicidade não é coisa simples, é importante que você vá dizendo como vão mudando os procedimentos. Na evolução você pode pegar os resultados, você pega alguns procedimentos, mas muito poucos e procedimento em lugar chave, tipo, que experimento, por exemplo [...] em 1932 um experimento fundamental, mas o que efetivamente estas pessoas fizeram? A história exige muito mais de procedimento do que propriamente os resultados. A história externalista tem muito trabalho contrariamente ao que o Daniel falou de História da Ciência no ensino mas não vejo trabalhos do lado da Física ou de biologia que sejam externalistas. Não é fácil, para fazer sozinho tem que entender de história também, a história externalista ela exigiria que você começasse, um período bem interessante, o início da relatividade final do século XIX e eu tenho que entender o que se passava no final do século XIX. O que acontecia com as artes, a política, com o resto da humanidade [...] Não, não é banal, nós estamos fazendo uma coisa que é difícil. A própria transformação disso em um conteúdo mais simples, vai ter que delimitar e vai ter que ver o que é mais presente.

Após a fala da professora, Alex procurou mais uma vez trazer a idéia de que o seminário apresentado seria mais apropriado para professores e não para alunos do ensino médio:

Alex: [...] eu gostei muito disso que você [a professora] falou de se [...] mais a energia, mas você acha que talvez o seminário não seria mais adequado para professores de Física do ensino médio do que para os próprios alunos? É uma pergunta, não sei.

Provavelmente a questão da rigorosidade histórica, por se tratar do conteúdo de Física Nuclear e por serem alunos do ensino médio, levou Alex a ficar no impasse entre introduzir ou não a Física Nuclear através de uma abordagem histórica no ensino médio.

Em aula posterior à apresentação do seminário de História da Ciência, de Linguagens e de CTSA, os licenciandos responderam questionários relacionados a estas abordagens e à abordagem Resolução de Problemas, cujo seminário seria apresentado em seguida. Quando questionado sobre o que achava que era pesquisado no enfoque História da Ciência no ensino de ciências, Alex afirmou:

*Em minha opinião:* Ensinar Ciência – física – abordando a construção epistemológica e histórica do arcabouço científico. A pesquisa é feita visando quais aspectos históricos na formulação de um paradigma científico, podem ser utilizados numa aula de física, para que os alunos se interessem mais pela ciência, admitindo-se intrinsecamente que o aluno irá se interessar por tais aspectos. [itálico nosso]

Notamos que, nesse momento, Alex considerou que a Física poderia ser ensinada a partir da História da Ciência, deslocamento que deve ter ocorrido em função do trabalho e discussão sobre a abordagem histórica. Ele considerou ainda que a história serviria como meio de aumentar o interesse do aluno.

Quando questionado sobre como imaginava que deveria ser uma aula de Física utilizando-se a História da Ciência Alex afirmou:

Analisar junto com o conteúdo abordado as principais pessoas envolvidas na construção de tal paradigma, contextualizando o período histórico, com aspectos políticos, culturais, artísticos, etc. O cuidado com as informações históricas, na minha opinião, deve ser privilegiado com o risco de vulgarizar os acontecimentos científicos. Tentar, na medida do possível, não colocar a ciência como uma construção individual de alguns ‘super homens’, dotados de inteligência inimaginável, a não ser em casos que de fato uma teoria foi construída por poucos indivíduos. [aspas do licenciando]

Observamos que, como no depoimento anterior, o conteúdo de Física apareceu junto com o que ele considerou o histórico, ou seja, as principais pessoas envolvidas, a construção de paradigmas, a contextualização.

Notamos mais uma vez a preocupação constante do licenciando com o rigor, quando fala da não vulgarização dos acontecimentos científicos.

Observamos ainda que Alex falou sobre não colocar a ciência como construção individual de cientistas, provavelmente por influência das críticas da professora após o seminário. Mas

por outro lado, completou que isso deveria ser feito a não ser nos casos em que de fato ocorre, evidenciando, possivelmente, sua não concordância com a afirmação anterior.

Em aula posterior, os licenciandos responderam um questionário final. Em resposta a questão: “Pense em um ou alguns dos alunos da escola onde você estagiou. Que concepções sobre a *Questão Nuclear* você imagina que eles têm?”, Alex afirmou:

Na maioria dos casos concepções a respeito dos assuntos como: Bomba atômica, Energia Nuclear, possivelmente a associação entre Energia Nuclear e Reatores, mas dificilmente do núcleo atômico, apesar do nome ser bem sugestivo

Observamos que para Alex a concepção dos alunos estaria mais próxima de assuntos ligados a questões discutidas na mídia e não ligada a questões específicas da Física. Tal fato é observado na resposta à questão seguinte: “Que concepções sobre esse tema você considera que seria importante ensinar a estes estudantes?”. Alex respondeu:

Notadamente as concepções acima são veiculadas ao aluno, não pelo professor, mas pela mídia, incluindo filmes, revistas e televisão. Seria importante ensinar os conceitos sob um ponto de vista mais científico, incluindo as abordagens apresentadas nos seminários, não excluindo que a mídia também é importante na veiculação de tais concepções, porém incompleta

Assim, para o licenciando, existiriam vários pontos de vista sobre o assunto, todos importantes, mas seria relevante também que a Física Nuclear fosse introduzida na escola para que os alunos conhecessem o ponto de vista mais científico de tais questões, enfatizando dessa forma sua posição sobre o papel da escola e do ensino de Física na compreensão de questões diversas na vida do aluno. Esse ponto de vista mais científico, poderíamos supor a partir das considerações do próprio licenciando em diversos outros depoimentos, que se aproximaria de um ponto de vista que ele chamou de mais rigoroso.

Com relação ao trabalho final entregue pela dupla, observamos que diversos pontos teriam se modificado com relação ao seminário. O trabalho é introduzido com o seguinte discurso:

O intuito desta simples pesquisa é analisar historicamente o surgimento de um paradigma constituído pela fissão nuclear, tendo como base alguns princípios da pesquisa em história da ciência no ensino de física. Utilizei uma cronologia de desenvolvimento de idéias caracterizadas pelo sucesso, falhas e má sorte de vários cientistas na primeira metade do século XX, para que a fissão nuclear pudesse se tornar um conceito real na física nuclear<sup>1</sup>

Talvez pela indicação da professora de que o seminário deveria ter dado ênfase a algum assunto específico, observamos que diferente da introdução feita por Alex no início de sua parte na apresentação no seminário, parece que aqui eles procuraram não recortar datas mas

tomar como referência para o recorte a fissão nuclear. Esse contraste também pode ser observado com relação ao resumo apresentado no dia do seminário, em que o recorte pretendido foi a explicação da abordagem histórica e por fim estabeleceram que tratariam da Física do século XX<sup>14</sup>.

Cabe aqui destacar que inicialmente segundo esses licenciandos, no ensino médio, o enfoque “voltado para conhecer as leis da área e resolver equações” estava associado às propostas dos cursinhos e ao que ocorre na maioria das escolas e não ao que é explicitado em documentos oficiais ou na pesquisa em ensino de Física.

Observamos que no trabalho final eles procuraram dar ênfase à fissão nuclear, organizar os eventos em função do tempo, e afirmaram que tratariam de vários cientistas em contraste com o resumo acima no qual dizem que fariam um perfil epistemológico de grandes cientistas, provavelmente procurando concordar com o que a professora disse após o seminário. Observamos ainda que no trabalho final os licenciandos não afirmaram que tratariam de história internalista ou externalista.

Observamos que por fim, ao introduzirem a nota 1 no final do resumo, eles apresentam restrições à abordagem que estariam utilizando, a nota diz:

Cabe salientar que Kuhn critica severamente esta abordagem histórica, ver referência 2 [Kuhn, Thomas, 1977. A Tensão Essencial. Biblioteca de Filosofia Contemporânea].

A seguir os licenciandos apresentaram um item intitulado “A História da Ciência”, em que procuraram discutir a utilização da mesma no ensino, novamente discutindo crença e conhecimento científico, trecho em que afirmaram que o ensino através de História da Ciência seria racional:

Assim, para adquirir o conhecimento científico é necessário estudar o contexto científico, as bases experimentais, as várias alternativas da época, o processo dinâmico de descoberta, justificação e difusão de teorias. Formando um ensino racional através da História da Ciência

Os licenciandos também retomaram o que disseram sobre quando e para quem ensinar:

[...] a área da física sendo ensinada (Física Nuclear), o público a quem se dirige a

---

<sup>14</sup>A fim de utilizarmos a História da ciência no ensino médio fizemos um estudo de como, quando e porque ela deve ser utilizada na aprendizagem. No ensino Médio onde o enfoque é voltado para a conhecer as leis da área e saber resolver equações, tentaremos através de uma abordagem histórica externalista e fazendo um perfil epistemológico de alguns grandes cientistas ajudar na aprendizagem do conhecimento científico. A abordagem histórica será feita analisando as principais dificuldades e descobertas da física nuclear na primeira metade do séc. XX

apresentação (alunos do Ensino Médio), quantas [vezes] foi visto a matéria, com que profundidade a História da Ciência será dada.

Neste depoimento aparentemente os licenciandos preocuparam-se basicamente com Física Nuclear, ensino médio e a profundidade do assunto, provavelmente a dificuldade da Física, o nível do aluno e o aprofundamento que consideraram ser o mais rigoroso. Ressaltamos que eles pretendiam se dirigir a alunos do ensino médio.

Em seguida, eles apresentaram o item “A Descoberta da Fissão como Episódio de Ensino<sup>3</sup>”. A nota 3 dizia o seguinte: “Os conceitos abordados abaixo não serão, necessariamente, exclusivos numa abordagem para o ensino médio”. Observamos mais uma vez o contraste entre a abordagem que os licenciandos queriam dar ao *episódio de ensino* e a abordagem que realmente fizeram, de forma que consideraram que de fato o *episódio de ensino* não se dirigia em alguns aspectos aos estudantes do ensino médio.

O item então foi iniciado com um parágrafo contendo acontecimentos do final do século XIX e início do século XX na sociedade européia, como citação de algumas músicas, pinturas e livros e seus autores. Em seguida passaram a falar sobre a ciência, transcrevemos abaixo um trecho em que os licenciandos afirmam que a ciência era produzida por cientistas individuais:

“Na Europa havia poucos laboratórios nos quais existia pesquisa em física nuclear, a palavra “time” ainda não existia no jargão científico. Ciência era ainda exercida por cientistas individuais que trabalhavam somente com um ou dois estudantes.”

Em seguida, o *episódio de ensino* relatou a descoberta da radioatividade e sua explicação, a descoberta do elétron e a descoberta do núcleo atômico, sem entrar em detalhes dos experimentos realizados para tal.

Na seqüência, falaram do desenvolvimento do primeiro ciclotron, a descoberta do nêutron e alguns desenvolvimentos propiciados por estudos do mesmo. Nestes últimos trechos, os licenciandos concentraram-se mais na dinâmica das idéias relacionadas à Física do que no relato e explicação de experimentos, ou seja, preocuparam-se em discutir o que pensava a comunidade científica frente às novas descobertas e no que as teorias vigentes eram ou não discrepantes com tais descobertas. Ainda procuraram discutir as contribuições de cientistas da área de Química para a Física Nuclear. Os licenciandos discutiram brevemente a situação política na Alemanha na época do nazismo e as conseqüências para a ciência. Falaram sobre os diversos estudos que contribuíram para o estabelecimento da fissão nuclear e seus protagonistas, até chegarem de fato ao estabelecimento da fissão nuclear e por fim discutiram brevemente a fabricação e lançamento das bombas de Hiroshima e Nagasaki.

Observamos que a quantidade de informações não foi tão grande quanto no seminário, já que os licenciandos realmente se concentraram nos desenvolvimentos relacionados à fissão nuclear e não foram tão detalhistas com relação aos diversos experimentos apresentados, reservando trechos para discutir, ainda que brevemente, questões políticas e sociais, relacionadas à Física Nuclear.

A partir das considerações acima observamos que, com relação aos conteúdos de Física nuclear abordados, houve, inicialmente, a consideração de que tópicos mais atuais gerariam discussões e que a Física Moderna poderia ser inserida, porém apenas em forma de pequena introdução, provavelmente devido à preocupação com a dificuldade dos alunos. Durante o planejamento observamos que os assuntos citados foram os mais diversos possíveis, ou seja, havia uma valorização com relação à quantidade de informação em detrimento da ênfase a ser dada. A quantidade de informação pareceu também ser valorizada no seminário, talvez os licenciandos tenham considerado que uma abordagem histórica implicaria em tratar tudo sobre Física Nuclear ao longo do tempo. Podemos considerar ainda que os licenciandos não estariam certos sobre a ênfase a ser dada no tratamento da *Questão Nuclear*, devido a não ter idéia formada sobre o objetivo do ensino da Física Nuclear no ensino médio. Por fim observamos que, provavelmente por críticas sofridas após a apresentação do seminário com relação ao excesso de informações, os licenciandos, em seu trabalho final, optaram por enfatizar a fissão nuclear.

Com relação às justificativas para a utilização de abordagens, não só da História da Ciência, mas de outras como experimentação e ainda estratégias como a utilização de exemplos do cotidiano, observamos que inicialmente, para Alex, estas seriam motivantes para os alunos. Outro condicionante do ensino (de conteúdo e suas formas de trabalho) para Alex foi a rigorosidade que deveria estar presente no caso da Física, o que no início da disciplina pareceu entrar em contradição no imaginário do licenciando com relação à utilização das abordagens motivantes.

Observamos que, durante os planejamentos e o seminário apresentado pela dupla, os licenciandos pareceram se preocupar com a fundamentação de tais justificativas, de forma que a História da Ciência passa a ser uma forma de conscientizar o aluno sobre a importância de assuntos que influenciariam em sua vida. As justificativas foram exploradas no seminário quando os licenciandos procuraram discutir quando, como e porque a História da Ciência deveria ser utilizada, ou seja, ela passa a não ser apenas motivadora. Por outro lado

observamos que tais reflexões levaram os licenciandos a considerar as limitações da História da Ciência, tratando-se do ensino médio e da Física Nuclear de maneira que o tratamento histórico deveria ser externalista e que não poderiam ser utilizados originais de cientistas.

Com relação à abordagem histórica, observamos que era algo que o licenciando gostava e provavelmente por isso tenha escolhido essa abordagem. Notamos, entretanto, que inicialmente a utilização da História da Ciência não seria para o licenciando uma forma de ensinar Física, mas essa visão pareceu se modificar em depoimentos do licenciando após a apresentação do seminário.

Outros fatores que interferiram como condicionantes, tanto no que diz respeito a abordagens quanto a conteúdos, foi a constante necessidade do rigor, alternadamente considerado nos conceitos e fórmulas no caso da Física e nas datas e fatos não caso da história. Este último ponto quando somado à necessidade de introdução de tópicos mais atuais no ensino médio, no caso a Física Nuclear, durante reflexões do licenciando, apareceriam como aspectos contraditórios para o mesmo, talvez gerando dúvidas com relação a efetivamente introduzir ou não a Física Nuclear no ensino médio. A isso poderiam somar-se também as dificuldades que o licenciando supunha que os alunos apresentariam, já que constantemente ele afirmava que as abordagens e conteúdos deveriam ser simples.

Outros dois fatores não restritos à sala de aula também se apresentariam como condicionantes do trabalho pretendido: a mídia e as condições do ensino brasileiro. A mídia seria apontada como formadora ou influenciadora das concepções dos alunos. Já as condições de ensino, como local de trabalho e a necessidade de resultados nos vestibulares, impediriam a utilização da abordagem histórica ou da introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio.

## Considerações Finais

Observamos a partir dos discursos analisados nesta pesquisa que, em alguns momentos, as justificativas dos licenciandos para a introdução da Física Nuclear se aproximavam de algumas apresentadas pela pesquisa em Física Moderna e Contemporânea. É o caso da relevância desse ensino para a compreensão do mundo por parte dos estudantes, da influência em seu cotidiano, do desenvolvimento de sua cidadania. Lembramos que algumas das pesquisas em Física Moderna e Contemporânea relacionam o início da pesquisa sobre o tema com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996, que recomendava a atualização do currículo de ciências e um ensino que fosse voltado para o desenvolvimento da cidadania.

As pesquisas nessa área, ainda apontaram que alguns livros didáticos procuraram se adaptar a essa tendência. Provavelmente a apropriação deste discurso pelos licenciandos se dá através da própria LDB, já que poderiam ter conhecido essa lei em disciplinas que teriam cursado na licenciatura como *Fundamentos Filosóficos da Educação: Filosofia e História da Educação* ou *Estrutura e Funcionamento do Ensino Fundamental e Médio: Educação e Sociedade*. Também consideramos que o interdiscurso dos licenciandos com esses outros discursos pode ter sido influenciado pelos próprios livros didáticos que, como aponta a pesquisa na área de Física Moderna e Contemporânea, procuraram se adaptar à LDB. Ou ainda, podemos considerar que escolas, cursos pré-vestibulares, dentre outros, utilizam esse discurso em suas propagandas, também servindo de condição para a produção dos discursos dos licenciandos.

Observamos que uma justificativa constante para utilização de abordagens alternativas e conteúdos seria o interesse e motivação propiciados aos alunos. Observamos também que tais argumentos eram os únicos utilizados no início da disciplina, provavelmente por ainda não terem pesquisado mais a fundo. No entanto observamos que no final da disciplina algumas justificativas se somavam às primeiras. No caso de Alex, a História da Ciência passou a ser uma forma de ensinar ciência e uma forma de compreensão do mundo específica da ciência, o que não era inicialmente apontado. No caso de Joaquim a utilização de abordagens como a CTSA possibilitaria não apenas a vinculação com a Física e o dia-a-dia do aluno, mas propiciaria ainda a compreensão do mundo em que o aluno vive, de forma que além da abordagem tornar a Física mais concreta (o que era relacionado pelo licenciando inicialmente às atividades práticas), possibilitaria uma forma de enxergar o mundo dentre outras. Observamos ainda, no caso dos dois outros licenciandos, que as abordagens desenvolveriam

habilidades, como no caso de Mario, por exemplo, a criatividade e no caso de Fábio a argumentação.

Dentre as dificuldades apontadas pela pesquisa sobre a introdução da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, observamos que existiriam aquelas relacionadas ao sistema de ensino. Em seus discursos, os licenciandos não pareceram se preocupar com esta dificuldade, quando se referem ao trabalho com a Física Nuclear e às abordagens. Porém tais aspectos foram apontados quando discutiram questões relacionadas ao estágio. Provavelmente isso ocorreu por que no semestre em que se desenvolveu esta pesquisa, os licenciandos não precisavam lecionar durante o estágio, essa seria uma atividade do segundo semestre de 2005.

Por outro lado eles não levaram para a preparação do seminário questões relacionadas ao estágio além das dificuldades dos alunos, a questão do vestibular e ainda observações sobre a viabilidade ou não de introdução da Física Nuclear, dados os possíveis locais de trabalho. No caso do local de trabalho, a dificuldade não era associada às condições estruturais, mas aos objetivos e concepções de ensino de uma determinada escola em que não seria possível utilizar por exemplo a História da Ciência.

Dentre outras dificuldades apontadas pela pesquisa em Física Moderna e Contemporânea, estava a pressão por resultados no vestibular. Notamos que o vestibular algumas vezes apareceu como uma condição de produção do ensino nos discursos dos licenciandos analisados.

Observamos ainda que um dos licenciandos, por não ter ainda realizado a disciplina de Física Nuclear, apontou a falta de conhecimento sobre a mesma como impedimento para o planejamento de uma aula.

Ainda com relação às dificuldades apontadas pela pesquisa sobre a inclusão da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, devemos considerar uma condição de produção fundamental: estes licenciandos não levaram de fato a Física Nuclear para o ensino médio, apenas fizeram um planejamento de como levá-la. Já que como dito anteriormente a proposta era que apenas no segundo semestre de 2005 na disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado* eles iriam lecionar com o que estavam planejando no primeiro semestre do mesmo ano.

Com relação a como fazer a introdução em aula, observamos que as pesquisas relacionadas à Física Moderna e Contemporânea citam que algumas das pesquisas dessa área procuram utilizar estratégias de trabalho que diminuam o formalismo matemático ou ainda que não tratem exclusivamente de exercícios. O formalismo matemático foi preocupação

constante de Mário durante a disciplina, com relação às dificuldades que os alunos teriam com esse formalismo, o que estaria ligado às condições de produção de estar tratando de Física Nuclear, das observações do licenciando com relação ao estágio e por estar trabalhando com a abordagem Resolução de Problemas, que costuma ser associada à utilização da matemática.

Com relação a Fábio, ele também se preocupou algumas vezes com o formalismo matemático, mas suas preocupações e a consideração de que a Física Nuclear deveria ser ensinada em linguagem comum pareceram estar mais associadas ao posicionamento do licenciando com relação à utilidade do ensino da Física para o cotidiano do aluno do que relacionadas às dificuldades da matemática em si. Joaquim também se preocupou com a profundidade de tratamento do tema, o que pareceu também estar relacionado ao tratamento matemático. E Alex preocupou-se constantemente em apontar que a abordagem de Física Nuclear deveria ser introdutória ou simples no caso de alunos do ensino médio.

Observamos que as pesquisas em geral criticam uma abordagem tradicional, que seria aquela que consiste da apresentação da teoria, resolução de exemplos e propostas de exercícios semelhantes aos resolvidos em sala de aula pelo professor, baseada em aulas expositivas. Um ensino ao qual se atribuem as características de conteudista e transmissivista. Observamos que os licenciandos também foram críticos em relação à abordagem tradicional, posicionando-se de forma negativa com relação ao excesso e exclusividade de exercícios em sala de aula. Provavelmente influenciados por outras disciplinas como Didática Aplicada ao Ensino de Física e pela própria disciplina *Prática de Ensino de Física e Estágio Supervisionado*, já que por diversos momentos a professora considerou de forma negativa a exclusividade de exercícios em aulas de Física.

Observamos ainda que novas possibilidades de práticas discutidas na disciplina, como leitura de textos e utilização de outras estratégias, muitas vezes, eram associadas pelos licenciandos a alternativas para as aulas baseadas exclusivamente em exercícios.

Ainda com relação a possíveis práticas em sala de aula, observamos que os licenciandos apontaram a experimentação ou atividades práticas de forma positiva no ensino de Física. Normalmente não foram específicos com relação à finalidade de tais atividades, a única associação feita foi no sentido de tornar a Física mais concreta para os alunos. Observamos que no decorrer da disciplina os licenciandos não mais se referiam à experimentação no ensino de Física, provavelmente por estarem trabalhando com outras abordagens. Ou ainda talvez considerassem que não seria possível realizar experimentação no ensino de Física Nuclear dadas as condições de tempo e materiais disponíveis.

Com relação ao desenvolvimento de atitudes e habilidades pelos alunos, observamos que as pesquisas apontam que o ensino utilizando abordagens como as discutidas neste trabalho, possibilitaria esse desenvolvimento. Observamos que os licenciandos, durante a disciplina, consideravam importante o desenvolvimento da capacidade de argumentação, provavelmente pela memória de discursos anteriores à disciplina. No caso de Mario, que trabalhou com a abordagem Resolução de Problemas, observamos que no início da disciplina ele pareceu associar o desenvolvimento dessa capacidade com a quantidade de informação necessária para tal, provavelmente influenciado por um ensino transmissivista. A pesquisa com a abordagem, em especial os livros utilizados para a preparação do *episódio de ensino*, parecem ter contribuído para que o licenciando associasse a abordagem com o desenvolvimento de capacidades, como observamos na apresentação de seu seminário.

No caso de Mario, observamos que a associação com o desenvolvimento de atitudes e habilidades foi mais explícita do que no caso dos demais licenciandos. No caso de Fábio, a preocupação dele com relação à Física no cotidiano foi constante, condição de produção que pareceu estar associada a suas considerações de que a capacidade de argumentação deveria ser desenvolvida. Lembramos ainda, suas preocupações com uma visão negativa da Física Nuclear que ele considerou veiculada pela mídia. De forma que o ensino na escola, em contrapartida, deveria propiciar ao aluno a capacidade de argumentação ou de poder verbalizar e compreender o que era veiculado sobre a Física Nuclear através da mídia e ainda o desenvolvimento de visão crítica no sentido de que o aluno teria outro ponto de vista para contrapor ao da mídia no que diz respeito às questões nucleares. Observamos que parece que essas condições fizeram com que o licenciando afirmasse que a Física Nuclear deveria ser ensinada com linguagem comum o que facilitaria a aproximação ou a vinculação por parte do aluno do que ele aprendeu na escola com o que vivencia no seu cotidiano. Provavelmente por isso ele se aproximou da abordagem CTS, considerando que suas discussões políticas e relações com outras áreas poderiam ajudar nessa visão crítica e no desenvolvimento da capacidade de argumentação pelos alunos.

No caso de Joaquim também não houve uma preocupação explícita com o desenvolvimento de atitudes e habilidades. Consideramos, no entanto, que desde o início da disciplina ele considerou a importância do ensino de Física para a vida social do aluno. Também observamos que talvez sua prática durante o seminário tenha sido mais significativa para tais considerações, já que apesar de ele não afirmar por exemplo que a argumentação seria importante, ele recorreu e deu abertura para seus colegas se manifestarem durante a

apresentação do seminário. No caso de Alex, não observamos considerações significativas com relação a atitudes e habilidades proporcionadas pela História da Ciência, inclusive, pelo contrário, observamos que para ele uma afirmação lida em um livro dizendo que a História da Ciência propiciava, uma visão da ciência como um processo investigativo e de criatividade propiciando senso crítico e desenvolvendo cidadãos de opinião, era para ele algo incompreensível.

Com relação à abordagem Linguagem no ensino de ciências, observamos que muitos dos artigos revisados, indicavam que tanto professores como recursos didáticos utilizariam a linguagem dentro de uma perspectiva da transparência, o que seria contrário às concepções de grande parte desses artigos. Observamos que Fábio pareceu considerar a linguagem transparente já que em seu *episódio de ensino* afirmou que a linguagem que estava utilizando seria comum para os alunos. De fato, ele usou palavras que provavelmente seus alunos conheceriam, porém os sentidos das palavras utilizadas na sua apresentação estavam ligados ao contexto da Física Nuclear.

Ainda com relação às concepções de linguagem, observamos que os licenciandos apontaram que a pesquisa sobre a abordagem teria contribuído para que eles mudassem sua idéia de que a linguagem seria apenas instrumento de transmissão de informação, mas também estaria ligada ao desenvolvimento do pensamento. Ainda com relação à utilização da linguagem, observamos que os licenciandos se preocuparam em valorizar o que dizem, pensam e escrevem os estudantes, aspecto provavelmente relacionado ao fato de que uma das condições de produção dos seminários e *episódios de ensino* é que estes deveriam prever um trabalho dialógico.

Com relação à abordagem CTS, observamos que uma das preocupações dos pesquisadores nessa área se refere às concepções relacionadas à ciência e à tecnologia e principalmente veiculadas pela mídia. No caso de Joaquim, parece que a escolha do trabalho com a abordagem esteve relacionada a preocupações sociais do mesmo, apresentadas desde o início da disciplina. Observamos que o licenciando pareceu em alguns momentos defender a ciência, mas provavelmente o trabalho com a abordagem CTS o levou a discutir questões que nem sempre apresentavam a ciência de forma positiva, como ele gostaria de fazer. Observamos ainda que o seminário CTSA teve a maior participação dos licenciandos que assistiam, talvez devido à própria abordagem e a procura do licenciando em trazer constantemente questões sociais para a apresentação, ou ainda à própria postura do licenciando durante a apresentação.

A mídia foi constantemente citada durante a disciplina pelos licenciandos, talvez por se tratar de Física Nuclear que é um assunto constantemente presente na mídia. Como já afirmamos, no caso de Fábio sua preocupação era com um possível caráter negativo sobre a ciência que a mídia poderia veicular. Nos casos de Joaquim e Alex ela apenas foi citada para explicar de onde viriam as concepções dos alunos. Observamos ainda que, no caso dos dois últimos licenciandos a mídia foi considerada necessária, mas também tais licenciandos consideraram necessário que os alunos conheçam o ponto de vista científico, alternativo à mídia e proporcionado pela escola.

Observamos que, para Joaquim, em especial, a introdução da Física Nuclear e a utilização da abordagem CTSA no ensino médio seriam bastante significativas, já que mesmo que não exigido pela professora da disciplina, o licenciando procurou realizar tal trabalho em salas de aula durante o estágio.

Observamos que, com relação à História da Ciência no ensino de Física Nuclear, podemos dizer que Mario apontou, em momentos específicos, a associação entre a história e a curiosidade histórica. Lembramos que a pesquisa em História da Ciência critica o ensino de ciências tradicional e livros didáticos por apresentarem a História da Ciência como um conjunto de fatos curiosos. Provavelmente por influência de sua vivência no ensino médio e de livros didáticos os licenciandos fizeram essa associação, da história e curiosidades.

No caso de Alex, que trabalhou com a abordagem História da Ciência, observamos que em alguns momentos também houve a associação da história com a curiosidade, mas principalmente quando ele falava sobre a história externalista. Observamos ainda que a História da Ciência pareceu estar mais associada para Alex a uma organização temporal do que à ênfase a um assunto específico que o licenciando considerasse relevante ser ensinado sobre a Física Nuclear para seus alunos, o que talvez o tenha levado a um excesso de informações ou conteúdos trabalhados tanto nos planejamentos do *episódio de ensino* quanto na apresentação do seminário. As críticas sofridas com relação a esse aspecto parecem ter sido assimiladas pelo licenciando, já que no trabalho final apresentado foi dada ênfase à fissão nuclear.

No caso da abordagem histórica em contraste com as outras abordagens, pudemos observar mais argumentos dos licenciandos com relação a limites no que diz respeito à introdução da Física Nuclear no ensino médio e suas formas de trabalho. Os licenciandos consideraram, por exemplo, que não poderiam ser utilizados originais de cientistas, tratando-

se de Física Nuclear, mesmo que em outros momentos, quando não se referiam a Física Nuclear, apontaram de forma positiva a utilização de originais.

Observamos ainda que a abordagem histórica para os licenciandos no caso da Física Nuclear e do ensino médio deveria ser externalista. Talvez isso tenha ocorrido porque consideraram que os alunos não teriam conhecimento o suficiente dessa Física e poderiam apresentar dificuldades.

No caso específico de Alex ainda houve indícios de que talvez ele considerasse que a introdução da Física Nuclear com abordagem histórica não pudesse ser realizada com alunos do ensino médio, apontando em alguns momentos que o *episódio de ensino* planejado se dirigiria a professores. Talvez a pesquisa com a abordagem tenha contribuído já que alguns autores que publicam artigos de História da Ciência para o ensino de ciências consideram que esta não facilita o estudo da Física, ou pelo contrário é uma abordagem difícil principalmente quando o objetivo de sua utilização é ensinar Física. Outro aspecto que se soma ao último é que, para Alex, o ensino deveria ser rigoroso e provavelmente a rigorosidade no ensino de Física Nuclear e na História da Ciência dificultariam, em sua opinião, o aprendizado dos estudantes.

Finalizamos este trabalho apontando uma implicação para a formação de professores, considerando não só a inicial ou continuada, ou ainda a formação de um professor a partir do seu ingresso na escola, no ensino fundamental, mas a formação social de um professor que se dá a partir de seu ingresso na sociedade.

Utilizando a análise de discurso, partimos do pré-suposto de que a linguagem não é transparente. Sendo assim, condições de produção influenciam tanto na constituição do imaginário destes professores, quanto no seu funcionamento em momentos específicos. As análises aqui realizadas focam esse aspecto. Dentro dessa perspectiva é preocupante, se considerarmos que, como apontam muitas das pesquisas em ensino de ciências, o professor em sala de aula está sujeito a condições de produção que, muitas vezes, não contribuem para mudanças no ensino. Por conseguinte, é imprescindível que sejam modificadas as condições de ensino na escola.

É claro que, para isso, não são apenas suficientes contribuições da pesquisa em ensino, reformas no ensino acompanhadas de leis e parâmetros e formação inicial de professores adequada, ou ainda não é suficiente atribuir ao professor e à escola a responsabilidade exclusiva dessas mudanças. Seria necessária uma mudança na concepção social (incluindo aí

todas as dimensões da sociedade) do papel e da importância da educação e provavelmente isso só será possível a partir de mudanças efetivas na sociedade.

## Referências Bibliográficas

AGUIAR JR., O. G.; MORTIMER, E. F. Tomada de Consciência de Conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.10, n.2, ago, 2005.

ALMEIDA, M.J.P.M. Expectativas Sobre Desempenho do Professor de Física e Possíveis Conseqüências em suas Representações. **Ciência & Educação**, v.6, n.1, p.21-29, 2000.

\_\_\_\_\_. **Discursos da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis**. Campinas: Mercado de Letras, 2004. 127p.

\_\_\_\_\_. Historicidade e Interdiscurso: pensando a educação em ciências na escola básica. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p.333-341, 2004.

ALMEIDA, M. J. P. M. e MOZENA, E. R. Luz e Outras Formas de Radiação Eletromagnética: Leituras na 8ª Série do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.22, n.3, set., 2000

ALMEIDA, M. J. P. M. SILVA, H. C. S. MACHADO, J. L. M. Condições de Produção no Funcionamento da Leitura na Educação em Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v1. N1. Jan/abr. 2001

ANDRADE, E. C. P. e CARVALHO, L. M. O Pró-Álcool a Algumas Relações CTS Concebidas por Alunos de 6ª Série do Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**. v.8, n.2, 2002.

ANDRADE, I. B. e MARTINS, I. Discursos de Professores de Ciências Sobre Leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.11, n.2, ago., 2006

ANDRÉS, Z. M. M.; PESA, M. A. e MOREIRA, M. M. El Trabajo de Laboratorio en Cursos de Física desde la Teoría de Campos Conceptuales. **Ciência & Educação**. v.12, n.2, p. 129-142, 2006

ANGOTTI, J. A. P. e AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, 2001

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P. e MION, R. A. Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Ciência & Educação**. v.7, n.2, 2001.

ARANZABAL, J. G.; GARATE, M. C.; GARCIA, J. M. A. e HERRANZ, J. L. Z. La Enseñanza de Problemas – Tipo en el Primer Curso de Ingeniería y el Aprendizaje Significativo de los Conceptos y Principios Fundamentales de la Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n.1, 2002.

ARRIASSECCQ, I. e GRECA, I.M. Algunas Consideraciones Históricas, Epistemológicas y Didácticas para el abordaje de la Teoría de la Relatividad Especial en el Nivel Medio y Polimodal . **Ciência & Educação** . v.8, n.1, p.55 – 69, 2002.

\_\_\_\_\_. Introducción de la Teoría de la Relatividad Especial en el Nivel Medio/Polimodal de Enseñanza: identificación de teoremas–en–acto y determinación de objetos–obstáculos. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.11, n.2, ago. 2006.

ARROYO, M. G. **Imagens Quebradas: Trajetórias e Tempos de Alunos e Mestres**. Editora Vozes, 2004. 408p.

ARRUDA, S. M.; UENO, M. H. e GUIZELLINI, A. O Pensamento Convergente, o Pensamento Divergente e a Formação de Professores de Ciências e Matemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.22, n.2, 2005.

ARRUDA, S.M.; VILLANI, A.; UENO, M.H. e DIAS, V.S. Da Aprendizagem Significativa à Aprendizagem Satisfatória na Educação em Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.21, n.2, p.194-223, 2004.

AULER, D. e BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, 2001

BADILO, R.G.; MIRANDA, R.P.; GALLEGU, T. e TORRES, L.N. Formación Inicial de Profesores de Ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados. **Ciência & Educação**, v.10, n. 2, p. 219-234, 2004.

BATISTA, I. L. O Ensino de Teorias Físicas Mediante uma Estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p.461-476, 2004.

BEJANARO, N. R. R. e CARVALHO, A. M. P. Professor de Ciências Novato, Suas Crenças e Conflitos. **Investigação em Ensino de Ciências**. v.8, n.3, dez., 2003.

\_\_\_\_\_. Tornando-se Professor de Ciências: crenças e conflitos. **Ciência & Educação**, v.9, n. 1, p. 1–15, 2003.

\_\_\_\_\_. A História de Eli: Um Professor de Física no Início de Carreira. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.26, n.2, jun., 2004.

BENJAMIN, A. A. e TEIXEIRA, O. P. B. Análise do Uso de um Texto Paradidático Sobre Energia e Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.23, n.1, mar., 2001.

BORGES, O. Formação Inicial de professores de Física: formar mais! formar melhor! **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.28, n.2, jun., 2006.

BORGES, A. T.; BORGES, O. e VAZ, A. Os Planos dos Estudantes para Resolver Problemas Práticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.27, n.3, set., 2005.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio*, Brasília: Ministério da Educação e Cultura/SEMTEC, 1998.

BROCKINGTON, G. e PIETROCOLA, M. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**. v.10, n.3, dez., 2005.

CAMARGO, S. NARDI, R. Formação de Professores de Física: os estágios supervisionados como fonte de pesquisa sobre a prática de ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3, n.3, set./dez. 2003

CARVALHO, A.M.P. A Influência das Mudanças da Legislação na Formação dos Professores: as 300 horas de estágio supervisionado. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, p.113-122, 2001.

CARVALHO, L.M.O. e MARTINEZ, C.L.P. Avaliação Formativa: a auto-avaliação do aluno e a autoformação de professores. **Ciência & Educação**. v.11, n.1, p. 133-144, 2005.

CAVALCANTE, M. A.; PIFFER, A. e NAKAMURA, P. O Uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V23, n1, mar., 2001.

CAVALCANTE, M. A. e TAVOLARO, C. R. C. Uma Oficina de Física Moderna que Vise à sua Inserção no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.18, n.3, 2001.

COSTA, S. S. C. MOREIRA, M. A. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.24, n.1, mar., 2002.

CRUZ, F. F. de Souza. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 164 – 169, dez. 1987.

DIAS, N. L.; PINHEIRO, A. G. e BARROSO. Laboratório Virtual de Física Nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.24, n.2, jun., 2002.

DIAS, P.M.C. A (Im)Pertinência da História ao Aprendizado da Física (Um estudo de caso). **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.23, n.2, p226-235, jun. 2001.

DIAS, V. S. e MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p.517-530, 2004.

DUARTE, M.C. A História da Ciência na Prática de Professores Portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p. 317-331, 2004.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E.J.M. e ROCHA, P.L.B. Concepções Epistemológicas de Estudantes de Biologia e sua Transformação por uma Proposta Explícita de Ensino Sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.9, n.3, dez., 2004.

ESCUADERO, C. MOREIRA, M.A. Resolución de Problemas de Cinemática en Nivel Medio: Estudio de Algunas Representaciones. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v2, n3, set./dez, 2002

FÁVERO, M. H. e SOUSA, C. M. S. G. A Resolução de Problemas em Física: Revisão de Pesquisa, Análise de proposta metodológica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.6, n.2, ago., 2001.

FERREIRA, D. B. VILLANI, A. Uma Reflexão Sobre a Prática e Ações na Formação de Professores para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v2, n2, mai/ago. 2002

FREITAS, D. e VILANNI, A. Formação de Professores de Ciências: Um desafio sem Limites. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.7, n.3, dez., 2002.

GALIAZZI, M.C. e MORAES, R. Educação pela Pesquisa como Modo, Tempo e Espaço de Qualificação da Formação de Professores de Ciências. **Ciência & Educação**. v.8, n.2, p. 237-252, 2002.

GATTI, S.R.T.; NARDI, R. e SILVA, D. A História da Ciência na Formação do Professor de Física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p491-500, 2004.

GOUVÊA, G. e LEAL, M. C. Uma Visão Comparada do Ensino em Ciência, Tecnologia e Sociedade na Escola e em um Museu de Ciências. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, 2001.

GRECA, I. M. e MOREIRA, M. A. Uma Revisão da Literatura Sobre Estudos Relativos ao Ensino da Mecânica Quântica Introdutória. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.6, n.1, mar. 2001.

GUERRA, A. e REIS, J.C. Uma Abordagem Histórico – Filosófica para o Eletromagnetismo no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.21, n.2, p.224-248, 2004.

GUISANDOLA, J.; CEBERIO, M. e ZUBIMENDI, J. L. El Papel Científico de las Hipótesis y los Razonamientos de los Estudiantes Universitarios en Resolución de Problemas de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.8, n.3, dez ., 2003.

GURIDI, V. e ARRIASSECQ, I. Historia y Filosofía de las ciencias en la educación polimodal : propuesta para su incorporación al aula. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p. 307-316, 2004.

HARRES, J. B. S. A Evolução do Conhecimento Profissional de Professores: o caso do conhecimento prévio sobre a forma da Terra. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.18, n.3, 2001.

IGLESIAS, José Roberto. Goiânia: ciência e magia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 163 - 170, fev. 1989.

KARAM, R. A. S.; CRUZ, S. M. S. e COIMBRA, D. Tempo Relativístico no Início do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.28, n.3, set. 2003.

KÖHNLEIN, J. F. K. e PEDUZZI, L. O. Q. Uma Discussão Sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a Teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.22, n.1, 2005.

LABRA, C. B.; GRAS - MARÍ, A. MARTÍNEZ - TORREGROSA, J. ¿De Verdad se Enseña a Resolver Problemas en el Primer Curso de Física Universitaria? La resolución de problemas de “lápiz y papel” en cuestión. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.27, n.2, jun., 2005.

LABURÚ, C. E. Problemas Abertos e seus Problemas no Laboratório de Física: uma alternativa dialética que passa pelo discursivo multivocal e univocal. **Investigações em Ensino de Ciências**. V.8, n.3, dez., 2003.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S.M. e NARDI, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. v.9, n.2, p. 247-260, 2003.

LEITE, M. S. S.C. e ALMEIDA, M. J. B. M. Compreensão de Termos Científicos no Discurso da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.23, n.4, dez., 2001.

LIMA, M.C.B. e CARVALHO, A.M.P. Linguagem e o Ensino de Física na Escola Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.20, n.1, 2003

LOGUERCIO, R.Q. e PINO, J.C. Os Discursos Produtores da Identidade Docente. **Ciência & Educação**. v.9, n.1, p.17-26, 2003.

LOPES, M.M. Culturas das Ciências Naturais. **Ciência & Educação**. v.11, n.3, p.457-470, 2005.

MACHADO. D.I. e NARDI, R. Construção de Conceitos de Física Moderna e Sobre a Natureza da Ciência com o Suporte da Hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.28, n.4, dez., 2006.

MAGALHÃES, M.; SANTOS, W. M. S. e DIAS, P. M. C. Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: Uma Aplicação da História da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.24, n.4, p.489 – 496, dez. 2002.

MARANDINO, M. A Prática de Ensino na Licenciatura e a Pesquisa em Ensino de Ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.20, n.2, 2003.

MARTINS, R.A. Como Não Escrever Sobre a História da Física – Um Manifesto Historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.23, n.1, p.113-129, mar. 2001.

\_\_\_\_\_. Hipóteses e Interpretação Experimental: a conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thompson. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p.501-516, 2004.

\_\_\_\_\_. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**. v.11, n.2, p.305-317, 2005.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T. G. ABREU, T. B. Clonagem na Sala de Aula: um exemplo didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**.v.9, n.1, mar., 2004

MATTOS, C. e HAMBURGER, A. I. História da Ciência, Interdisciplinaridade e Ensino de Física: o problema do demônio de Maxwell. **Ciência & Educação**. v.10, n.3, p.477-490, 2004.

MEDEIROS, A. MEDEIROS, C. Diferentes significados da palavra massa em diferentes épocas. **Ciência & Ensino**. N. 11. Dez, 2001

MELO, A. C. S. e PEDUZZI, L. O. Q. Contribuições da Epistemologia Bachelardiana no Estudo da História da Óptica. **Ciência & Educação**. v.13, n.1, p.99-126, 2007.

MION, R. A. e ANGOTTI, J. A. P. Em Busca de um Perfil Epistemológico para a Prática Educacional em Educação em Ciências. **Ciência & Educação**. v.11, n.2, p. 165-180, 2005.

MONTEIRO, M. A. A. e TEIXEIRA, O. P. B. Uma Análise das Interações Dialógicas em Aulas de Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.9, n.3, dez, 2004

MORAES, R. GALIAZZI, M. C. Tomando Conta do Ambiente em que se Vive: Aprendizagem e Apropriação de Discursos pela Linguagem. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v3, n3, set./dez., 2003

NASCIMENTO, S. S.; SANTOS, R. e NIGRI, E. Alfabetização Científica e Tecnológica e a Interação com os Objetos Técnicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.23, n.1, 2006

NASCIMENTO, T. G. ALVETTI, M. A. S. Temas Científicos Contemporâneos no Ensino de Biologia e Física. **Ciência & Ensino**. V1, n1, dez, 2006

NEVES, M. C. D. e SAVI, A. A. A Sobrevivência do Alternativo: uma pequena digressão sobre mudanças conceituais que não ocorrem no ensino de Física. **Ciência & Educação**. v.6, n.1, p.11-20, 2000.

NEY, N.; BARCELOS, S. e VILLANI, A. Troca Entre Universidade e Escola na Formação Docente: uma experiência de formação inicial e continuada. **Ciência & Educação**. v.12, n.1, p. 73-97, 2006.

ORLANDI, E. P. **Análise do discurso, princípios e procedimentos**. Campinas, SP: Pontes, 6ª edição. 2005. 100p

OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.5, n.1, mar. 2000.

\_\_\_\_\_. Atualização do Currículo de Física na Escola de Nível Médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.18, n.2, 2001.

OSTERMANN, F. e RICCI, T. F. Relatividade Restrita no Ensino Médio: Contração de Lorentz – Fitzgerald e Aparência Visual de Objetos Relativísticos em Livros Didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n2, 2002.

\_\_\_\_\_. Relatividade Restrita no Ensino Médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa – energia em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.21, n. , 2004.

\_\_\_\_\_. Conceitos de Física Quântica na Formação de Professores: relatos de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.22, n.1, 2005.

OTERO, M. R.; MOREIRA, M. A. GRECA, I. M. El Uso de Imágenes en Textos de Física para la Enseñanza Secundaria u Universitaria. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.7, n.2. ago, 2002

PANDIELLA, S.; TORNÉ, P. C. e MACÍAS, A. Las Características de los Textos de Física y su Incidencia en la Comprensión. **Investigações em Ensino de Ciências**.v.9, n.1, mar., 2004

PÊCHEUX, M. **Análise Automática do Discurso**. In: Por uma análise automática do discurso: uma introdução à obra de Michel Pêcheux, 1969

PEDUZZI, L. O. Q. e BASSO, A. Para o Ensino do Átomo de Bohr no Nível Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.27, n.4, dez., 2005.

PIETROCOLA, M.; ALVES FILHO, J. P. e PINHEIRO, T. Prática Interdisciplinar na Formação Disciplinar de Professores de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.8, n.2, ago., 2003.

PORLÁN, R. La Formación del Profesorado en un Contexto Constructivista . **Investigações em Ensino de Ciências**. v.7, n.3, dez., 2003.

PRAIA, J.F.; CACHAPUZ, A.F.C. e GIL-PÉREZ, D. Problema, Teoria e Observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciências. **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.127 – 145, 2002

REIS, P. e GALVÃO, C. Controvérsias Sócio- Científicas e Prática Pedagógica de Jovens Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.10, n.2, ago., 2005.

ROSA, M. I. F. P. S. SENE, I. P. PARMA, M. QUINTINO, T. C. A. Formação de Professores da Área de Ciências sob a Perspectiva da Investigação – Ação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v3, n1, jan./abr., 2003.

SALVADOR, S. e MOREIRA, M. A. A Resolução de Problemas como um Tipo Especial de Aprendizagem Significativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.18, n.3, 2001.

SAMAGAIA, R e PEDUZZI, L. O. Q. Uma Experiência com o Projeto Manhattan no Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**. v.10, n.2, 2004.

SANTOS, R. P. B. Relatividade Restrita com Auxílio de Diagramas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.23, n.2, 2006.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, 2001

SEPULVEDA, C. e EL – HANI, C. N. Apropriação do Discurso Científico por Alunos Protestantes de Biologia: uma análise á luz da Teoria da Linguagem de Bakhtin. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.11, n.1, mar, 2006

SILVA, S. S. Narrativa Literária e Ciência. **Ciência & Ensino**. V11, n1, dez, 2006

SILVA, C.C. e MARTINS, R.A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**. v.9, n.1, p.53-65, 2003.

SILVA, M. H. S e DUARTE, M. C. A Relação entre Discurso e Prática Pedagógica na Formação Inicial de Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.7, n.3, dez., 2003.

SILVA, H. C.; ZIMMERMANN, E.; CARNEIRO, M.H.S.; GASTAL, M.L. e CASSIANO, W.S. Cautela ao Usar Imagens em Aulas de Ciências. **Ciência & Educação**. v.12, n.2, p.219-233, 2006.

SILVEIRA, F.L. e PEDUZZI, L.O.Q. Três Episódios de Descoberta Científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.23, n.1, p.26-52, 2006.

SOUSA, C. M. S. G. e FÁVERO, M. H. Análise de uma Situação de Resolução de Problemas de Física, em Situação de Interlocação entre um Especialista e um Novato, à Luz da Teoria

dos Campos Conceituais de Vergnaud. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.7, n.1, mar., 2002.

\_\_\_\_\_. Concepções de Professores de Física sobre Resolução de Problemas e o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3, n1, jan./abr. 2003

TEIXEIRA, P. M. M. A Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico – Crítica e do Movimento C.T.S. do Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**. v.9, n.2, 2003.

\_\_\_\_\_. Educação Científica e Movimento C.T.S. no Quadro das Tendências Pedagógicas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3, n1, jan./abr., 2003.

TERNEIRO – VIEIRA, C. e VIEIRA, R. M. Construção de Práticas Didático – Pedagógicas com Orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de Ciências do ensino básico. **Ciência & Educação**. v.11, n.2, 2005

UTGES, G.; JARDÓN, A.; FERÁBOLI, L. e FERNÁNDEZ. Visión de Profesores en Ejercicio Respecto de la Enseñanza de Tecnologia : un estudio en Argentina. **Ciência & Educação**. v.7, n.1, 2001.

VELARDE, A. Relatividad y el Espacio-Tiempo: Una introducción para estudiantes de colegio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.24, n.3, set., 2002.

VIANNA, D. M. e CARVALHO, A. M. P. Do Fazer ao Ensinar Ciência: A importância dos Episódios de Ensino de Pesquisa na Formação de Professores. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.6, n.2, ago., 2001.

VILLANI, A. e FRANZONI, M. Competência Dialógica e a Formação de um grupo Docente. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.5, n.3, dez., 2000

ZIMMERMANN, E. e BERTANI, J. A. Um Novo Olhar Sobre os Cursos de Formação de Professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.20, n.1, 2003.