

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Programa de Pós-graduação em Educação

**DISCURSOS DE PROFESSORES
SOBRE ENSINO DE CIÊNCIAS
POR INVESTIGAÇÃO**

Eliane Ferreira de Sá

Belo Horizonte
2009

Eliane Ferreira de Sá

**DISCURSOS DE PROFESSORES SOBRE ENSINO DE
CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor(a) em Educação.

Orientadora: Prof. Dr^a. Maria Emília Caixeta de Castro Lima

Co-orientador: Prof. Dr. Orlando Gomes de Aguiar Jr

Belo Horizonte- 2009

Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação
Programa de Pós-graduação em Educação

S111d
T Sá, Eliane Ferreira de
Discursos de professores sobre ensino de ciências por
investigação: / Eliane Ferreira de Sá. - Belo Horizonte:
UFMG/FaE, 2009.
202 f., enc,

Tese - Doutorado em Educação
Orientadora: Maria Emília Caixeta de Castro Lima
Co-orientador: Orlando Gomes de Aguiar Jr

1. Educação em Ciências. 2. Ensino por Investigação. 3.
Formação de Professores.
I. Título. II. Lima, Maria Emília Caixeta de Castro. III. Aguiar
Jr. Orlando Gomes de. IV. Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Educação

CDD- 507

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG

Dedicatória

Ao Helder pela sua presença sempre companheira, pelo incentivo e principalmente pelo amor que me fortalece a cada dia.

Ao André e ao Matheus, filhos queridos que iluminam, alegam e significam a minha vida.

Agradecimentos:

À orientadora Prof. Dr^a. Maria Emília Caixeta de Castro Lima, pela competência, compromisso, respeito, dedicação, generosidade e, principalmente pela enorme paciência e carinho com que orientou esse trabalho. Pelas suas intervenções que foram muito além do que cabe a uma orientadora. Pela amizade, tão importante em todos os momentos.

Ao orientador Prof. Dr. Orlando Gomes de Aguiar Júnior pela ajuda competente, por seu respeito, seriedade, compreensão e paciência na orientação do trabalho. Pelas discussões e leituras. Pelas intervenções muito preciosas, que também extrapolam a função de orientador. Pelo carinho e amizade que tornaram essa trajetória suave e agradável.

Ao Prof. Dr. Helder de Figueiredo e Paula pelo diálogo constante em todas as fases de produção da tese. Pela leitura crítica do texto final, pela diagramação do trabalho e por todas as contribuições que tornaram possível a finalização desta tese.

Aos tutores, coordenadores e autores das disciplinas do ENCI que contribuíram efetivamente para o levantamento dos dados analisados nesta pesquisa. Pelas valiosas discussões naquele espaço de formação e por muitos ensinamentos.

Aos amigos Ely, Marciana, Marina, Nilma e Penha, com os quais compartilhei e troquei muitas idéias durante o curso e principalmente pela amizade, pelo incentivo constante e pelo apoio.

À amiga Tiekó, pelas experiências que contribuíram para o meu desenvolvimento profissional. Pela amizade, pelo incentivo e pelo apoio, que com certeza ajudaram a tornar mais leve essa trajetória.

Às amigas Carmen, Mairy, Ruth e Selma pelo carinho, incentivo e o poder contar sempre.

À Ângela, pela amizade, disponibilidade e ajudas cotidianas.

Aos meus pais Guilhermino e Marina, pela minha existência.

A toda minha família pelo respeito, apoio e incentivo constante.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
Capítulo I – Introdução.....	9
Capítulo II – Um cenário sócio-histórico para o surgimento do ENCI.....	15
II.1 – Um pouco da história do Ensino de Ciências no Brasil.....	18
II.2. Um breve histórico das perspectivas de formação de professores.....	25
II.3– Formação continuada de professores e EAD: o caso do ENCI	32
II.4– Ensino de Ciências por Investigação e sua caracterização	37
II.5- O uso de atividades investigativas como estratégias de ensino.....	41
II.6– O ensino por investigação nas diretrizes curriculares.....	48
Capítulo III – Ambiente da pesquisa e referencial teórico-metodológico.....	59
III.1- Caracterização do ambiente de realização da pesquisa.....	60
III. 2 - As condições de levantamento dos dados	68
III.3- Referencial teórico utilizado na análise	77
Capítulo IV- Sentidos sobre Ensino Por Investigação	87
IV.1 - Sentidos presentes no material didático do curso	88
IV.2- Quem fala sobre ensino por investigação e de onde falam.....	114
IV.3- Sentidos atribuídos ao ensino por investigação pelos tutores.....	124
Capítulo V- Tensões e consensos vivenciados no grupo.....	134
IV.1- Tensões entre os sentidos que circularam no grupo.....	135
V.2- Consensos construídos	154
VI – Considerações Finais.....	167
VIII - Referências	178
VII – Anexos	186

RESUMO

Esta tese narra a experiência vivenciada por um grupo de formadores e os processos de significação acerca da expressão *ensino por investigação* adotada na denominação de um curso de formação, no interior do qual os sujeitos de pesquisa estabeleceram tensões e consensos, não apenas acerca dessa expressão como também de possibilidades e limites da educação em ciências. Para tanto, adotamos o referencial teórico balizado em Bakhtin e seu círculo, assim como a distinção que Bruner faz entre pensamento paradigmático e pensamento narrativo e o modo como esse autor caracteriza as modalidades do pensamento humano. Nossas principais escolhas teórico-metodológicas e análises decorreram da adesão ao ponto de vista desses autores.

Para compreender os sentidos atribuídos a esse termo, tomamos como ponto de partida o processo dialógico de interação entre os sujeitos da pesquisa. Para isso, caminhamos pelas enunciações desses sujeitos nos espaços coletivos do grupo, nas entrevistas que realizamos com eles e no conjunto dos textos escritos como suporte ao curso, procurando preservar a articulação entre o que se diz e o modo como se diz.

Os significados que os sujeitos constroem do mundo estão relacionados com suas experiências, além de serem mediadas por uma grande diversidade de textos. Por isso, foram muitas as histórias e muitas as tensões vivenciadas no grupo. A partir dessas tensões, e desde o início do curso, começou um movimento de busca pela estabilização de sentidos e de consensos.

Ainda assim, não foi possível elaborar uma definição, no sentido clássico da palavra, acerca do termo *ensino por investigação*. A significação desse termo pareceu-nos mais adequadamente sinalizada por uma lógica narrativa, a partir da qual ele passou a depender de uma coleção de casos ou exemplos que encontram conexão com as práticas sociais dos sujeitos tomados como seus intérpretes.



ABSTRACT

This thesis examined the experience of a group of teacher trainers and meaning making processes related to the expression “inquiry teaching” used to identify the teaching training program, in a distance education course, in which the group was involved. In this process the subjects of the research – tutors, coordinators and authors of the teaching modules – established tensions and consensus, not only about inquiry teaching, but also about possibilities and constraints of science education projects. To develop the research we adopted a theoretical perspective based on Bakhtin and his circle, as well as the distinction, made by Jerome Bruner, between paradigmatic thought and narrative thought, and the way this author characterizes the modalities of human thought. In this research, the main theoretical and methodological decisions were made based on the perspectives of these authors.

To understand the meaning making related to ‘inquiry teaching’ we considered as a starting point the dialogic process of interactions between the subjects involved. For this purpose, we followed the enunciations of the members of the group in their collective and collaborative spaces, in interviews we conducted with them and in the set of writing teaching materials produced for the course. In the analysis of such materials, we kept the link between what is said and the way it is said.

The meanings constructed by the subjects are related to their experiences, and mediated by a diversity of texts. That is the reason why we found so many stories and tensions within the group. Based on the awareness of such tensions, and since the beginning of the course, attempts were made in pursuit of meaning stabilization and consensus in the group.

Nevertheless, it was not possible to reach within the group a definition, in the classical sense, of the expression ‘inquiry teaching’. The meaning attributed to this expression seems to be best described by a narrative thought, from which it became dependent on a set of examples, cases or real life situations connected with the actors’ social practices interpreted by each one of them.



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

Capítulo I – Introdução



Os começos das coisas são arbitrários. Afinal, tudo depende por onde decidimos começar a contar. Eu começo do meio. Meio de uma trajetória como professora de física da educação básica, formadora de professores, e de minhas vivências como tutora em um curso de Especialização em Ensino de Ciências. Parte dessa história foi alinhavada durante minha participação nas reuniões do grupo da equipe pedagógica que organizou e desenvolveu o referido curso, que ficou conhecido como ENCI.

O ENCI, ou Especialização em ensino de ciências por investigação, é um curso ofertado pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG¹. Trata-se de um curso a distância, atualmente ofertado na sua terceira edição. Esse curso atende professores da área de ciências da natureza, das disciplinas Física, Química e Biologia de nível médio e de Ciências de nível fundamental e apresenta um caráter interdisciplinar. A equipe responsável pela sua primeira edição constituiu-se de quatro professores da UFMG, entre eles atuantes no curso técnico e nos cursos de licenciatura; um pesquisador do CDTN² e nove tutores, sendo: uma professora aposentada do Colégio Técnico da UFMG; além de professores da Rede pública de Belo Horizonte e alunos do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação e do Instituto de Ciências Biológicas – ICB/UFMG. Fui uma das tutoras dessa equipe e acompanhei uma das turmas sendo, portanto, pesquisadora, narradora e também sujeito deste trabalho. Entre os coordenadores do ENCI estão o orientador e a co-orientadora dessa pesquisa.

Sendo assim, narro e analiso neste trabalho o caminho percorrido pelo grupo de tutores e coordenadores que trabalhou na primeira edição desse curso e seu esforço de significar o que se chamou *ensino por investigação*: eixo norteador da formação de professores adotado e nosso objeto de aprendizagem. Desse modo, este trabalho se insere dentro da temática de formação de professores na modalidade a distância. Para nos aproximarmos dessa temática algumas questões foram se impondo, tais como: Que discursos e sentidos sobre *atividades investigativas* estiveram presentes entre os tutores

¹ O Cecimig é um órgão complementar da Faculdade de Educação da UFMG com longa experiência na educação continuada de professores, seja por meio de oferta de cursos de especialização presencial e a distância, seja por meio dos vários projetos de extensão realizados ao longo de sua história.

² CDTN – Centro de Desenvolvimento Tecnológico Nuclear.



e coordenadores do curso? Que tensões e consensos acerca do termo *investigação* foram vivenciados pelos tutores e coordenadores ao longo do curso? Que sentidos estão ou podem ser atribuídos ao ensino de ciências por investigação no material didático do curso, a partir desse estudo?

De acordo com a filosofia da linguagem apresentada por Bakhtin e seu círculo, a condição do sentido de um discurso não é individual, uma vez que a intersubjetividade (constituição de si por meio de discursos com o outro) antecede a subjetividade, pois a vida, para este autor, é dialógica por natureza. Portanto, tensões entre discursos são inevitáveis, embora em algumas situações elas fiquem mais evidentes. Essas tensões nos importaram sobremaneira.

Estamos cientes da impossibilidade de fechamento de sentidos e de quão seria inútil, de acordo com nosso referencial teórico, despendermos esforços para isso. Outra questão relevante de se explicitar inicialmente é a de que não vamos prescrever como é que se ensina ciências por investigação, mas tão somente, a partir das tensões e de alguns consensos construídos nesse esforço de significar, apontar algumas implicações dessa experiência para cursos e projetos de formação continuada de professores e para o ensino/aprendizagem de ciências em sala de aula. É preciso ainda dizer de nossa intenção de não fazermos julgamentos de valores sobre os sujeitos envolvidos e seus modos de compreender em que consiste um *ensino por investigação*, tampouco quanto às escolhas realizados por aqueles que participaram do projeto na condição de autores dos textos utilizados nas disciplinas do curso e dos recursos utilizados nessas disciplinas.

Inicialmente, para analisar os dados selecionados para essa pesquisa, fizemos um grande esforço para criar categorias e descrever de forma objetiva os conteúdos das entrevistas na busca, então, de uma conceituação sobre o que é *ensino por investigação*. Contudo, essa tarefa foi se mostrando infrutífera e insustentável frente aos estudos da teoria da linguagem de Bakhtin no que se refere a *polifonia*, seja porque o significado de uma enunciação remete a incontáveis contextos em que ela já foi utilizada ou remete às variadas histórias ou experiências de seus enunciadores ou, ainda, porque adquirem diferentes configurações frente a diferentes audiências. Assim, esses estudos não só nos



fizeram abandonar o caminho da análise de conteúdos dos discursos produzidos, como também nos conduziu à análise dos sentidos das enunciações dos sujeitos envolvidos no ENCI.

O nosso propósito passou a ser, então, o de compreender os sentidos sobre *investigação, atividade investigativa e ensino por investigação* a partir do processo dialógico de interação entre os sujeitos de nossa pesquisa. Para isso, optamos por caminhar pelas enunciações desses sujeitos nos espaços coletivos do grupo, nas entrevistas realizadas e no conjunto dos textos escritos que deram suporte ao curso. Nesse percurso, procuramos promover um diálogo entre as diversas enunciações e os diversos enunciadorees e preservando a articulação entre o que se diz e o modo como se diz, pois esses são aspectos co-relacionados de qualquer enunciação. Assim, a tentativa inicial de enquadramento dos discursos que fizemos, foi abandonada.

O discurso sobre *ensino por investigação* tem recebido destaque nas discussões do ensino de ciências nas últimas décadas. Nos Estados Unidos, a investigação é o princípio central dos Padrões Nacionais para a Educação em Ciências - NSES³ (1996) e do Projeto 2061 (AAAS⁴, 1993). Na Inglaterra, desde a década de 80, a Proposta Curricular Nacional já apresentava orientações para o desenvolvimento de atividades de investigação nos currículos de ciências. No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) também trazem orientações que podem ser consideradas correspondentes a essa abordagem. Contudo, o número de artigos publicados especificamente sobre o tema *ensino por investigação* em periódicos nacionais ainda é pouco significativo, embora possamos perceber um interesse crescente pelo tema entre os pesquisadores e educadores da área de ciências (Gomes e Borges, 2004; Azevedo, 2004; Carvalho, 2004; Sá *et al*, 2007; Munford e Lima, 2007).

Em Minas Gerais, desde 2005, a equipe de colaboradores do CECIMIG vem se dedicando à construção de um curso de pós-graduação *lato sensu* orientado por uma concepção de ensino de ciências por investigação na Educação Básica. Além disso, a intenção inicial dessa equipe era a de identificar e analisar os impactos desse tipo de

³ National Science Education Standards

⁴ American Association for the Advancement of Science



orientação em sala de aula, bem como avaliar suas implicações no ensino/aprendizagem das ciências.

Em muitos trabalhos sobre atividades investigativas, sobretudo na tradição norte-americana, onde a proposta de ensino por investigação já está bem consolidada e faz parte do domínio público dos docentes e dos curriculistas, não é clara a distinção entre as características de um ensino investigativo e as características de uma investigação científica. Há quem compreenda o ensino por investigação como aquele que mais se aproxima da atividade conduzida por cientistas em suas práticas profissionais (CHINN e MALHOTRA, 2002), enquanto para outros ensinar por investigação consiste em dedicar-se a um tipo específico do trabalho prático realizado nas aulas de ciências (Tamir, 1990). Há ainda aqueles que consideram as atividades investigativas em sala de aula como um tipo de solução de problemas que apresenta aos estudantes um variado grau de autonomia e os confronta com perguntas para as quais não existem soluções óbvias ou conhecidas de antemão (Gott & Duggan, 1995).

Uma das metas do projeto ENCI consistiu em produzir conhecimento sobre ensino por investigação, de modo a alimentar processos de formação de professores para a Educação Básica. Esta tese pode ser considerada um dos veículos para o cumprimento desse objetivo. Nela, resgataremos os sentidos atribuídos ao ensino por investigação que circularam entre tutores e coordenadores do ENCI, bem como damos a ver os conflitos, consensos e dissensos construídos por essa equipe ao longo do curso.

O texto está organizado em cinco capítulos, além deste capítulo de introdução. O Capítulo II é dedicado a apresentação da nossa compreensão sobre o cenário sócio-histórico no interior do qual surge o ENCI. Nesse capítulo, configuramos esse cenário a partir de considerações sobre o ensino de ciências e a formação de professores no Brasil. Para isso, apresentamos uma breve revisão bibliográfica sobre a história do ensino de ciências e das demandas para formação de professores no Brasil. Destacamos também, uma discussão sobre as condições de criação do ENCI, que é um curso de formação continuada de professores por meio da educação a distância. Para finalizar o capítulo, apresentamos uma seção de revisão bibliográfica sobre o ensino de ciências por investigação, objeto dessa tese.



O Capítulo III apresenta o ambiente da pesquisa e os pressupostos teórico-metodológicos a partir dos quais ela foi realizada. A caracterização do ambiente da pesquisa nos permite explicitar as condições de levantamento de nossos dados. Apresentamos também uma seção na qual será feita uma caracterização do curso através da descrição das disciplinas desenvolvidas. Por fim, a última seção é dedicada à apresentação do referencial teórico utilizado na análise dos dados.

O Capítulo IV é o primeiro dedicado à apresentação e análise dos dados. Nele apresentamos os sentidos sobre investigação que circularam no grupo. Começamos nossa análise caracterizando os sujeitos que falam sobre investigação e o lugar de onde falam. Para isso, analisamos as entrevistas realizadas com os tutores e autores das disciplinas. Na seção seguinte, apresentamos os sentidos sobre investigação presentes no material impresso do curso. Para fazer esse mapeamento, identificamos os propósitos pedagógicos das disciplinas especialmente dedicadas a conceituar e exemplificar o ensino de ciências por investigação. Por fim, apresentamos um mapeamento dos sentidos atribuídos ao ensino por investigação pelos tutores no início do curso. Os dados analisados nesse capítulo emergem, principalmente, das entrevistas dos tutores.

O Capítulo V é também dedicado à apresentação e análise dos dados. Nele destacamos as tensões e consensos vivenciados no grupo sobre *ensino por investigação*. Na primeira seção, discutimos as tensões entre os sentidos que circularam no grupo ao longo do curso e, na segunda, os consensos construídos que atribuem certas características às atividades investigativas. Para essa análise, utilizamos os dados gerados nas entrevistas com os tutores e em duas reuniões do grupo de tutores e coordenadores.

O Capítulo VI apresenta nossas considerações finais. Neste capítulo fazemos uma reflexão sobre as análises obtidas nos capítulos anteriores, retomamos as questões de pesquisa, avaliamos os tipos de repostas obtidas e refletimos sobre novas questões que permanecem em aberto. Pretendemos, também, discutir possíveis implicações de nosso trabalho.



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

Capítulo II – Um cenário sócio- histórico para o surgimento do ENCI



Podemos entender os currículos escolares como textos produzidos para definir e orientar áreas específicas do conhecimento. Bakhtin e seu círculo, que serão apresentados no capítulo III desta tese como definidores de nosso marco referencial teórico, definem texto como tecido, produto de muitas vozes, em concordância com o dialogismo enquanto princípio constitutivo da linguagem. Desse modo, tais textos refletem, de uma maneira geral, as mudanças mais importantes que ocorrem na sociedade, tanto de ordem política quanto econômica, social e cultural. Uma palavra introduzida nos textos curriculares pode significar uma mudança radical nos propósitos da educação, mesmo que sequer seja inicialmente compreendida no seu significado e extensão, como foi o caso dos conceitos de competências e habilidades utilizados nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Na história da educação escolar, cada época se caracteriza pelo surgimento de questões e problemas, em função das formas de entendimento dos desafios a serem enfrentados e dos interesses subjacentes aos grupos proponentes. Assim, o modo de pensar sobre a escola, o currículo de ciências e a formação continuada de professores tem uma história e traz marcas temporais. Todo texto entra na cadeia infinita de textos produzidos, pois é preciso considerar que neles existe uma infinidade de outros textos. Daí a necessidade de contarmos um pouco da história do ensino de ciências e da formação de professores a partir da qual nós, da área de ciências, fomos nos constituindo como docentes. Em outras palavras, nossos modos de compreender e usar a palavra investigação ou expressões tais como *atividade investigativa* e *ensino por investigação* são ecos dessa história que estão impregnados em nós.

Vamos considerar essa história a partir do final da década 50, tentando situar o aparecimento do discurso sobre investigação como uma perspectiva para o ensino de ciências. Esse recorte temporal se justifica por três grandes motivos. O primeiro deles é porque o CECIMIG foi constituído no bojo das reformas curriculares ocorridas a partir dessa época. Portanto, a história desse centro, que conseguimos resgatar por meio da memória docente dos seus fundadores, se enquadra nos marcos das mudanças ocorridas no ensino de ciências a partir do lançamento no espaço do primeiro satélite artificial: o soviético *Sputnik*. Segundo, é possível identificar movimentos que refletem diferentes objetivos da educação em ciências ao longo das últimas cinco décadas, em função de



transformações mais radicais ocorridas no âmbito da política e da economia mundial. O terceiro deve-se ao entendimento de que a partir desse período começou a haver um maior envolvimento das universidades e órgãos governamentais com o ensino de ciências e, conseqüentemente, com a formação continuada de professores (KRASILCHICK, 1987).

Tal período também coincide com o início do investimento na pesquisa em educação em ciências no Brasil. De fato, nesse período foram formados os primeiros professores a se interessarem pela temática dos currículos de ciências no bojo de acordos internacionais e programas de formação docente. Alguns desses professores iniciaram, anos mais tarde (a partir de meados da década de 70), os primeiros programas de pós-graduação e a constituição do ensino de ciências como área de pesquisa acadêmica.

Para melhor compreender o processo de formação continuada de professores de ciências ao longo desse período, é importante perceber que esse processo ocorre paralelamente, tanto às mudanças nos objetivos do ensino de ciências, quanto à evolução das teorias educacionais e de ensino-aprendizagem. Dessa forma, é necessário falar sobre a formação de professores de ciências considerando-se o movimento de transformação ocorrido no processo de ensino-aprendizagem em ciências. É ainda importante destacar a impossibilidade de se estabelecer marcos claros que delimitem períodos cronológicos precisos, uma vez que algumas tendências aparecem nessa narrativa em fases nas quais elas ainda não são muito consistentes, tornando-se mais coerentes em outra fase e mantendo-se presente em fases seguintes. Como a avaliação da consistência e permanência de tendências na educação em períodos específicos da história não é consensual, produz-se a dificuldade de segmentação da história em períodos bem definidos.

Nesse histórico, daremos ênfase à participação do CECIMIG em políticas de formação docente, uma vez que o curso de especialização que será aqui examinado é uma iniciativa desse Centro. Além disso, a maior parte dos tutores e coordenadores do referido curso vivenciaram nesse Centro uma parte expressiva de sua formação como professores e pesquisadores.



II.1 – Um pouco da história do Ensino de Ciências no Brasil

Na década 1950, as mudanças ocorridas no ensino de ciências refletiam a situação mundial após a Segunda Guerra. No Brasil, o movimento para a melhoria do ensino de Ciências, teve suas raízes no Decreto Lei Nº9355 de 13/06/46 com a criação do IBECC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, (GOUVEIA, 1995; KRASILCHICK, 1987). Esse instituto tinha como objetivo desenvolver um ensino de ciências que favorecesse a melhoria da “formação científica” dos alunos que ingressavam nas instituições de ensino superior.

O desenvolvimento científico e tecnológico que aconteceu nesta época provocou grandes impactos no currículo escolar de uma maneira geral, especialmente no ensino de ciências. Os cientistas que ocupavam lugar de destaque nos países que saíram fortalecidos da Guerra reconheciam o campo da educação como uma importante área de influência em termos das estratégias e disputas geopolíticas que caracterizaram a Guerra Fria.

Um marco que podemos destacar para datar esse período e a que já fizemos breve referência foi o lançamento do satélite soviético Sputnik, o primeiro satélite artificial a entrar em órbita em torno da Terra, em 1957. Em virtude desse fato, nessa época, os americanos passaram a acreditar que o ensino de ciências em seu país era menos eficiente que o soviético, sobretudo nos anos da escolarização compulsória em que se deveriam atrair jovens talentosos para carreiras científicas e tecnológicas. Para fazer frente ao avanço da ciência e da tecnologia no bloco soviético, o governo dos EUA e os governos de países a ele alinhados decidiram investir maciçamente em reformas educacionais. Para isso, foram criadas, nos EUA, a Fundação Nacional de Ciências (NSF) e o Conselho Nacional de Pesquisa (NRC). A Fundação Nacional de Ciências (NSF) passou a coordenar esforços de cientistas engajados no desenvolvimento de currículos de Ciências que servissem de ponte entre o ensino e a pesquisa, e que preparassem novos cientistas para a corrida tecnológica do futuro (Martin, 1999).

Nos Estados Unidos, essas reformas curriculares foram materializadas, na década de 60, em diversos projetos: o PSSC (Physical Science Study Committee), o BSCS



(Biological Sciences Curriculum Study), o CHEMS (Commonwealth Higher Education Management Service), o SAPA (Science - a Process Approach), o ESS (Elementary Science Study) e o COPEs (Conceptually Oriented Program in Elementary Science). No Reino Unido surgiram os projetos da Fundação Nuffield, os Cursos do School Council e o Projeto Science 5/13 (SANTOS, 1991). Esses projetos apresentavam “o método científico” como o elo de ligação entre todos os níveis de ensino e entre o ensino e a pesquisa científica que ocorria nos Institutos de Pesquisa e nos laboratórios das grandes indústrias.

Os reflexos no Brasil foram sentidos já em 1961 quando foi sancionada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei 4.024, de 21 de dezembro de 1961, que propunha alterações nas recomendações sobre os conteúdos programáticos de cada disciplina. Enquanto as reformas anteriores, a partir da Reforma Francisco Campos, de 1931, prescreviam detalhadamente o conteúdo programático de cada disciplina, a nova LDB conferiu maior liberdade às escolas no estabelecimento dos programas. Cada Estado da Federação assumiu parte da responsabilidade pela normatização do ensino.

Uma das conseqüências dessa flexibilização foi o engajamento do Brasil, sob a tutela dos Estados Unidos, na corrida pelo progresso científico e, com isso, na utilização dos projetos americanos de ensino de ciências, que foram traduzidos e adaptados pelo IBCEC, nos chamados cursos colegiais (atual Ensino Médio). A Universidade Federal de Minas Gerais participou desse processo por meio do seu antigo Colégio de Aplicação da Faculdade de Filosofia de Minas Gerais, atual Colégio Técnico da UFMG – Coltec, enviando professores para fazerem cursos na Inglaterra.

Outra característica importante da LDB de 1961 foi um aumento da carga horária das disciplinas científicas. Nessa época houve um crescimento acelerado da demanda sobre a educação, com expansão dos cursos secundários em geral. No bojo das discussões provocadas pela nova LDB, foram criados, no período de 1963 a 1965, pelo Ministério de Educação e Cultura, seis centros de ciências vinculados às universidades federais: o CECINE, na Universidade Federal de Pernambuco, em Recife; o CECISP, na Universidade de São Paulo, em São Paulo; o CECIGUA, na Universidade Federal da Guanabara, no Rio de Janeiro; o CECIBA, na Universidade Federal da Bahia, em Salvador; o CECIRS, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre e o CECIMIG, na Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte. Esses



Centros de Ciências, além de formarem especialistas em ensino de ciências, editaram revistas de difusão científico-pedagógica, ministraram cursos de atualização e assessoraram as redes de ensino público em muitos estados brasileiros. Foram, ainda, responsáveis pela implementação de alguns dos projetos americanos, como o PSSC, o BSCS, o CHEMS e o CBA. Os professores do antigo Colégio de Aplicação da Faculdade de Filosofia da UFMG que participaram do intercâmbio com os ingleses com o objetivo de implementar os currículos que estavam sendo gestados foram responsáveis pela criação do CECIMIG, em 1965, tendo sido ainda os mentores intelectuais das iniciativas de formação desenvolvidas no âmbito do Centro.

Os projetos curriculares americanos e ingleses tinham como meta levar os estudantes a aprender como os cientistas trabalham. A intenção era a de que pelo menos parte deles se tornasse cientista, posteriormente. O papel do professor era apoiar e guiar os estudantes para que eles descobrissem novos conceitos através de processos da investigação científica. Esses projetos incorporavam a idéia de que as atividades investigativas liderariam a formação e o aprendizado de conceitos e princípios das ciências, enquanto permitiam aos professores fornecer um ambiente de aprendizagem no qual fosse possível orientar os estudantes a produzir o conhecimento. Segundo Krasilchick (1987), a proposta desses projetos implicava em grandes alterações no ensino de ciências, uma vez que introduzia processos utilizados na investigação científica, alterando um cenário em que se enfatizava a observação para a constatação de fatos e a manipulação de equipamentos. Para essa autora, tal mudança destacava o envolvimento do estudante na elaboração de hipóteses, identificação de problemas, análise de variáveis, planejamento de experimentos e aplicação dos resultados obtidos.

Segundo Duschl (1997), os projetos da década de 1960 davam ênfase à vivência do processo de investigação pelo aluno, pois, solicitava dos alunos uma participação em atividades que lhes possibilitavam “praticar” ou “fazer ciências” usando procedimentos científicos. A perspectiva de ensino de ciências em foco nesses projetos era a de fazer com que os estudantes agissem como cientistas, sempre trabalhando com indagações, perguntas e problemas. Pretendia-se que os estudantes gostassem das ciências, tivessem certa noção da atividade dos cientistas e fossem encorajados a prosseguir no estudo da ciência em níveis mais avançados.



Segundo Deboer (2006), na época dos grandes projetos da década de 1960, a investigação científica era tomada como o modelo por excelência para o ensino e a aprendizagem em sala de aula de ciências. Contudo, outros modelos para descrever as abordagens pedagógicas de *ensino por investigação* já haviam sido propostos no bojo do movimento da Escola Nova, tais como: o ensino indutivo, a solução de problemas e a aprendizagem por projetos. Conforme nos diz o mesmo autor, a diferença fundamental entre a versão de ensino por investigação defendida nos grandes projetos da década de 1960, e as versões anteriores, era de que a abordagem dos grandes projetos estava mais estreitamente ligada às condições reais de pesquisa científica, com o objetivo de torná-la intelectualmente mais rigorosa.

Os grandes projetos americanos partiam da idéia de que os alunos desenvolveriam o pensamento lógico e crítico, caso vivenciassem “o método científico” concebido como sendo constituído por cinco fases: observar; formular hipóteses; deduzir conseqüências das hipóteses; fazer observações para testar as conseqüências; aceitar ou rejeitar as hipóteses baseando-se nas observações. Esperava-se que essa vivência se concretizasse nas atividades de laboratório, nas quais as observações e as hipóteses eram tratadas em experimentos (GOUVÊA, idem). Entretanto, segundo Gomes (1997), no Brasil, as atividades experimentais não faziam, em geral, parte da rotina dos professores de ciências. Tanto no Ensino Fundamental, como no Médio, era prática corrente estruturar os cursos de ciências, de modo a enfatizar a solução algorítmica de problemas padronizados do tipo “lápiz e papel” e a memorização de regras, fatos e princípios.

De uma maneira geral, os projetos da década de 1960 não se configuraram como adequados para a realidade das escolas brasileiras. Segundo Nardi (2005), o PSSC revelou-se muito difícil, mesmo para a maioria das escolas norte-americanas, e exigia um intenso treinamento dos professores. Aqui no Brasil de acordo com Krasilchik (1980):

... embora muito se tenha feito em termos de tradução e divulgação dos novos materiais, bem como de treinamento de professores para a sua utilização, no que se refere especificamente a melhoria da aprendizagem, os resultados demonstram que, em geral, os mesmos ficaram aquém do esperado [...] a falta de recursos das escolas, aliada ao



despreparo dos professores, dificultou a utilização, em larga escala, dos novos materiais didáticos.

Outro fator que pesou no insucesso dos projetos estrangeiros, tanto no Brasil, quanto nos seus países de origem, foi a separação muito clara entre seus propositores – cientistas e especialistas em educação – e os executores – professores e alunos. Nesses projetos, o professor era treinado para trabalhar com o material e sua participação se restringia quase que exclusivamente à aplicação do mesmo. A aplicação efetiva dos projetos em sala de aula ocorria apenas em alguns grandes centros e, ainda assim, eles não eram aplicados na sua totalidade, ocorrendo, muitas vezes, distorções em relação aos propósitos daqueles que os conceberam. No caso brasileiro, as “distorções” introduzidas pela mediação dos professores e da cultura escolar já estabelecida fez com que o ensino de ciências continuasse a ser adjetivado como teórico, livresco e memorístico, ao estimular a passividade dos estudantes frente ao conhecimento.

Para Nardi (2005), as dificuldades de adaptação dos projetos estrangeiros, de uma maneira geral, e em especial os dedicados à área de Física, incentivaram os pesquisadores brasileiros a desenvolverem projetos nacionais. Assim, na década de 1970, assistimos à constituição de grupos de ensino de Física no IFURGS e no IFUSP, período em que também ocorreu a produção de textos, tais como: *Projeto de Ensino de Física (PEF)*, *Física Auto-Instrutiva (FAI)* e *Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF)*. Os textos produzidos por esses projetos foram inspirados nos projetos norte-americanos, porém, estavam voltados, desde o início, para a situação das escolas brasileiras com o intuito de enfatizar o ensino ativo e o uso de atividades com os alunos, inclusive de laboratório (NARDI, idem). Segundo a avaliação de Krasilchik (1980), apesar dos problemas enfrentados pelos grandes projetos no Brasil:

[...] a introdução dos materiais curriculares americanos no meio educacional brasileiro, teve, de certa forma, um efeito positivo. Evidenciaram, pela sua organização, a importância do ensino experimental em ciências e, ainda mais, o papel que bons materiais curriculares podem desempenhar, permitindo aos alunos a vivência do processo de investigação científica. Mostraram, também, os bons resultados que podem ser alcançados quando cientistas, professores e técnicos participam juntos da elaboração de materiais científicos destinados ao ensino de ciências.



De acordo com Deboer (2006), no início dos anos 70, o foco da educação em ciências sofreu novo direcionamento e passou a se preocupar com a “formação do cidadão” e com o sujeito da aprendizagem. A idéia era identificar um conjunto de conhecimentos e habilidades que o cidadão precisaria desenvolver para interagir com um mundo fortemente mediado pela ciência e pela tecnologia. O objetivo de promover uma educação para o entendimento amplo e funcional da ciência passou a ser amplamente divulgada por meio do movimento CTS para o qual o núcleo da educação em ciências gira em torno das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. De acordo com essa perspectiva, o objetivo do ensino de ciências passa a ser o de utilizar o conhecimento científico e os processos da ciência para resolver problemas da vida cotidiana. Nesse novo contexto, o ensino por investigação torna-se importante para levar os estudantes a aprender habilidades de coletar e interpretar dados de investigações realizadas em torno de temas de interesse social relacionados à ciência, tanto naquelas associadas à necessidade de se comunicar os resultados obtidos. Mudam-se, portanto, os propósitos ou as finalidades do ensino, mas a questão relativa a introdução de procedimentos de investigação, no âmbito da sala de aula, mantém-se pertinentes.

Embora possamos identificar alguns paralelos entre os movimentos de reforma curricular dos anos 60 e o apelo para a difusão de um *ensino por investigação*, na perspectiva que surge a partir da década de 1990, é importante assinalar que as diferenças são marcantes. Em primeiro lugar, os currículos dos anos 60 eram sustentados pelo pressuposto de atrair talentos para carreiras científicas e tecnológicas, o que justificava uma formação verticalizada. Ao contrário disso, as propostas contemporâneas de *ensino por investigação* ocorrem no contexto de um discurso marcado pelo lema *ciências para todos*, a partir do qual se concebe um ensino de ciências voltado para a formação do cidadão comum, e que vai além da preparação inicial daqueles que se sentirão atraídos por carreiras científicas e tecnológicas na universidade.

Nas décadas de 1970 e 1980, os discursos cognitivista e construtivista marcados por um viés oriundo da psicologia deram o tom dos discursos sobre o ensino de ciências principalmente no âmbito da pesquisa em educação. Isso significou um deslocamento



do olhar antes focado no currículo e nos materiais curriculares para o aprendiz. Nesse período, as contribuições de Piaget foram incorporadas por uma parte expressiva da comunidade de formadores e chegaram a ecoar em diversas salas de aula de ciências, passando a servir de referencial teórico-metodológico para a reflexão sobre a aprendizagem de conceitos científicos e a influenciar as pesquisas sobre concepções espontâneas e sobre a aprendizagem por mudança conceitual.

Segundo MORTIMER (1994), a visão construtivista de aprendizagem apresenta pelo menos duas características principais: 1) a aprendizagem se dá através do envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento; 2) as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que esta só é possível a partir do que o aluno já conhece. Entretanto, esse mesmo autor destaca que esses elementos seriam insuficientes para a construção de orientações pedagógicas.

Na década de 1990, fortaleceu-se a perspectiva sócio-construtivistas ou sócio-interacionista e a perspectiva sócio-cultural ou sócio-histórica. Com este novo foco, as atividades que acentuavam um paralelo entre aprender ciências e fazer ciências, passam a considerar também a especificidade do ambiente social da sala de aula. Até então, havia certa indiferenciação entre prática social dos estudantes em ambiente escolar e a prática social dos cientistas nas instituições de pesquisa.

No que diz respeito às repercussões desses movimentos de renovação pedagógica sobre a temática do *ensino por investigação*, é preciso considerar que o sentido dessa expressão modifica-se porque as finalidades da educação passam a ser outras. De acordo com Lima, (2005):

O sentido consciente de uma atividade é criado pela relação que o sujeito dela estabelece entre o motivo – a meta – e sua motivação – o que o incita a agir e orienta sua ação para alcançar sua meta. Os sentidos são dinâmicos. Mudam-se os sujeitos, mudam-se os sentidos do mundo (Lima, 2005: 203).

Na medida em que a história muda, os sujeitos mudam com a história. Parafraseando Bernard Charlot, coisas que antes tinham um determinado sentido podem perder o sentido ou adquirir outro novo (Charlot, 2000). Uma coisa, porém é certa:



todos as tendências e os projetos aqui mencionados são ecos da história que nos constitui e impregnam nosso modo de compreender o *ensino por investigação*. Fazem, portanto, parte da história do CECIMIG e dos sujeitos que o integram.

II.2. Um breve histórico das perspectivas de formação de professores

Esta tese investiga os discursos produzidos sobre *ensino por investigação* no contexto de um curso de formação de professores em serviço. Ao fazê-lo, devemos situar a perspectiva em que tal formação ocorre e em que medida são consideradas as singularidades dos sujeitos que dela participam. Uma maneira de seguir essa diretriz consiste em situar historicamente tal perspectiva e, para tanto, iremos considerar, nas últimas décadas, as perspectivas predominantes dos projetos de formação docente.

As reformas e os projetos curriculares dos anos 1960 foram acompanhados por um intenso esforço de formação de docentes. Para que os projetos chegassem às salas de aula, os centros de ciências ofereciam aos professores cursos de atualização para capacitá-los na utilização dos materiais e diretrizes produzidos pelos projetos. Segundo Gouvêa (1995), os coordenadores desses cursos acreditavam que, ao colocar o professor para realizar atividades e conhecer novos currículos e metodologias, ele iria comparar suas práticas com aquela que lhe estava sendo mostrada de modo a refletir sobre sua atuação docente e chegar à conclusão de que era preciso mudar. Para essa autora, *não havia nada a ser questionado no “novo”, pois o “novo” era tido como “melhor”*. Os professores eram treinados para desenvolver os projetos norte-americanos, os quais traziam propostas fechadas de ensino. Gouvêa (idem) sintetiza as principais características dos cursos de formação de professores de ciência da década de 1960 do seguinte modo:

Os cursos de ciências eram apoiados em um projeto de ensino.

O professor (aluno dos cursos) não questionava sua realidade; embora identificasse seus problemas, não os situava no âmbito da política educacional vigente.

Dentro das limitações, o curso preocupava-se com o conteúdo, o método, a técnica, os materiais didáticos [usados no ensino] de ciências, buscando possibilidades de aplicação na situação real de sala de aula.



Os cursos pretendiam que o professor se conscientizasse da necessidade de melhorar a sua ação docente na escola, a fim de tornar o ensino de ciências ativo e relevante.

As possíveis soluções para problemas de sala de aula eram buscadas nos projetos estudados no curso, “adequando-os” à realidade.

Embora a realidade do professor fosse considerada, não era o fator mais importante, o que prevalecia eram as propostas dos projetos curriculares.

O ponto de partida para o curso era o projeto de ensino e o de chegada também, pois nele estavam articulados objetivos, conteúdos, métodos e materiais de laboratório. Eles orientavam o ensino. As necessidades de cada classe deveriam ser ajustadas a ele; esse era o significado de adequá-lo a realidade do aluno (1995: 240).

No início dos anos 1970, a educação brasileira passou por intensas reestruturações. Em agosto de 1971 foi promulgada a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 5.692. Esta Lei substituiu os antigos cursos primário e ginásial por um curso único de oito anos, denominado 1º grau. Os vários ramos do curso colegial foram substituídos pelo 2º grau. As escolas secundárias e médias deixaram de servir à formação do futuro cientista ou profissional liberal e passaram a se orientar, principalmente, para a formação do trabalhador técnico especializado, peça essencial para responder às demandas do desenvolvimento (KRASILCHIK, 1987).

O grande investimento na área educacional passou a ser em produção de atividades, recursos audiovisuais, materiais complementares e processos de implementação desses materiais. A crença por trás desse investimento era de que a qualidade do material instrucional seria suficiente para garantir a sua aplicação bem sucedida. Contudo, no ensino de ciências não se percebiam transformações efetivas. Em virtude disso, ocorreu uma intensificação dos cursos de atualização e de treinamento de professores (KRASILCHIK, idem).

De acordo com Jacobucci (2006), nesta mesma época, a formação de professores estava relacionada com a instrumentalização técnica a partir de um enfoque funcionalista. Nesse enfoque, o professor desempenhava um papel secundário no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que ele apenas aplicava e avaliava módulos de instrução programada desenvolvido por especialistas. Gouveia (1995), diz, a esse



respeito, que os cursos para professores nesse período guardavam as mesmas características dos desenvolvidos na década de 1960. Contudo, ela acrescentou outras três características às já destacadas:

Os cursos procuraram introduzir temas sobre avaliação e, conseqüentemente, técnicas para a elaboração de instrumentos de avaliação e determinação de objetivos.

Há preocupação em se conhecer a realidade através de pesquisas educacionais, para subsidiar tecnicamente a elaboração de projetos de ensino.

Houve incentivo, nesse período, para a elaboração de propostas nacionais em contraposição à tradução de textos que predominou na década anterior (1995:245).

Nas décadas de 1960 e 1970, os projetos de ensino de ciências e os cursos de atualização de professores eram concebidos em uma perspectiva que enfatizava a relação processo/produto, tratando a educação mais pelo viés da funcionalidade do ensino. A pesquisa baseada nesse enfoque avaliava a eficácia do ensino através da ação docente e do seu impacto na aprendizagem dos estudantes. Segundo Lima (2003), a pesquisa baseada no enfoque processo/produto desconsiderava a complexidade dos processos de aprendizagem e serviu para criticar o professor e afastá-lo da pesquisa acadêmica.

Na década de 1980, as pesquisas sobre a formação dos professores priorizaram aspectos políticos e pedagógicos mais amplos. As questões sociais passaram a ter mais ênfase do que as técnicas, dando-se maior destaque para as estratégias de ensino pensadas a partir do pressuposto de uma educação para todos. Algumas dessas estratégias buscam relacionar Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), movimento que tem entrada no Brasil dez anos depois de instalado em outros países.

Segundo Silva (1997), no final dos anos 1980, já é possível identificar nas pesquisas educacionais novos conceitos para a compreensão do trabalho docente a partir dos quais o olhar é direcionado para o desvelamento do saber construído pelos professores durante seus percursos profissionais. Essa mudança de foco nas pesquisas foi atribuída ao movimento de profissionalização do ensino, que desencadeou a busca de novos conhecimentos para garantir e legitimar a profissão. De acordo com Pimenta



(1999), os estudos que incorporam questões acerca dos saberes docentes se originaram na conceituação da identidade profissional. Ainda de acordo com a mesma autora, esses estudos partem da premissa de que a identidade profissional é construída a partir de uma revisão constante do significado social atribuído à profissão, bem como da reafirmação das práticas culturalmente consagradas, da análise sistemática das práticas à luz das teorias e da construção de novas teorias.

Jacobucci (2006) diz que, na década de 1980, há uma mudança no sentido atribuído ao papel desempenhado pelo professor, destacando-se a figura do educador. Pretendia-se que os educadores percebessem cada vez mais seu papel como agentes sócio-políticos. O destaque ao papel do profissional da educação como educador fez-se em oposição ao papel transmissivo atribuído ao professor pelos estudos sobre a docência nas décadas de 1960 e 1970. Entretanto, tal mudança cria uma dicotomia entre o ser professor e ser educador, a partir da qual a ação educativa mais geral e o ensino de conteúdos específicos aparecem como duas tarefas paralelas. Essa dicotomia ecoa em programas de pós-graduação na área de educação e cria certo preconceito dos grupos que faziam pesquisa em torno de aspectos mais gerais do fenômeno educacional em relação àqueles preocupados com o “ensino de”.

Gouveia (1995) classifica os cursos de formação de professores da década de 1980 em dois tipos: *cursos estruturados com base em um determinado projeto de ensino* e *cursos não estruturados tomando por base um determinado projeto de ensino*. No primeiro caso, os cursos preocupavam-se em criar as possibilidades de aplicar os projetos de ensino à situação real de sala de aula e, para isso, discutiam a realidade do professor. O ponto de partida e de chegada desses cursos era o projeto de ensino, pois este articulava objetivos, conteúdos e materiais de laboratório para orientar o ensino. Nesse caso, as necessidades de cada turma de estudantes deveriam ser ajustadas ao projeto, caracterizando sua adequação à realidade do aluno. No segundo caso, os cursos dividem-se entre duas subcategorias: *A* e *B*. Nos cursos do Tipo A eram desenvolvidos temas importantes para o ensino de 1º grau. Em alguns casos não se preocupava com a realidade da escola, nem com o cotidiano do professor. O ponto de partida e chegada do curso era o próprio tema. Nos cursos do Tipo B o ponto de partida e o de chegada era a



realidade e a prática docente de cada um. Durante essa classe de cursos, os professores planejavam, aplicavam e avaliavam suas propostas de ensino (GOUVEIA, 1995:250).

Podemos dizer que na década de 1980, a ênfase dos cursos de formação de professores passou do estudo do comportamento docente para a cognição em sala de aula. Segundo Lima (2003), essa perspectiva também foi amplamente utilizada na educação em ciências como uma estratégia para estudar os processos de ensino/aprendizagem, as concepções prévias dos estudantes, a produção de materiais didáticos e a formação de professores. A previsão dos estudantes sobre o que ocorreria em uma dada situação experimental desempenhou grande papel no levantamento de idéias prévias e na identificação de conflitos entre previsão e observação. Esse procedimento foi também largamente utilizado nos espaços de formação docente para explicitar a fragilidade da formação em ciências dos professores brasileiros, tendo servido ainda para justificar a publicação de teses e artigos sobre o que os professores não-sabem.

Como contrapartida, isso gerou um movimento de resistência de professores mais bem informados em autorizar a pesquisa em suas salas de aula. O reflexo dessa realidade na academia levou muitos pesquisadores a repensar a subjetividade dos professores e dos saberes docentes mobilizados em sala de aula e a necessidade de se conceber o outro como legítimo. É nesse contexto que serão instituídos, no Brasil, conselhos de ética e protocolos de pesquisa em educação. Enfim, a prática docente passou a ser olhada a partir de sua complexidade.

Segundo Nóvoa (1995), as pesquisas do início da década de 1990 tomaram como ponto de partida a premissa da complexidade da prática pedagógica e dos saberes docentes ao resgatar o papel do professor e a necessidade de se pensar sua formação para além da academia, envolvendo também os aspectos de desenvolvimento pessoal e organizacional da profissão. Nessa época, iniciaram os estudos que utilizam uma abordagem metodológica que procurava explicitar e analisar as histórias de vida dos professores. Segundo Nóvoa (idem):

essa nova abordagem veio em oposição aos estudos anteriores que acabavam por reduzir a profissão docente a um conjunto de competências técnicas, gerando uma crise de identidade nos professores



em decorrência de uma separação entre o eu profissional e o eu pessoal. A virada nas investigações veio da vontade de produzir outro tipo de conhecimento mais próximo das realidades educativas e do cotidiano dos professores.

Jacobucci (2006) destaca que na década de 1990 o pensamento educacional brasileiro focou-se no papel do agente-sujeito e, com isso, a formação do professor-pesquisador-reflexivo ganhou destaque. E, no final da década de 1990, e início dos anos 2000, surgiu no país uma corrente de pesquisadores que defendiam a educação continuada para além da prática reflexiva, em uma perspectiva crítico-dialética.

Segundo Tardif (2002), as pesquisas desenvolvidas na América do Norte e na Europa sobre os saberes e o saber fazer dos professores são realizadas a partir de três grandes orientações teóricas: a primeira privilegia uma visão cognitivista da subjetividade; a segunda, uma visão existencial; a terceira, uma visão social. A primeira é caracterizada como pesquisa sobre cognição ou sobre o pensamento dos professores. Essa orientação coloca em evidência certos processos mentais a partir dos quais os professores supostamente organizariam e executariam sua prática, por exemplo, na gestão da classe, nas interações com os alunos e na contextualização dos temas trabalhados.

Alguns pesquisadores tensionam essa orientação na direção de uma abordagem sócio-construtivista que se interessa pelos processos de negociação, de ajustamento e estruturação das representações mentais subjetivas e intersubjetivas dos professores, de interações com os alunos, além de outras dimensões associadas às especificidades das disciplinas escolares e dos programas (Tardif, 2002:231). Aprender ciências como empreendimento cultural e social ganha relevância nesse contexto.

A segunda orientação caracteriza-se como “pesquisa sobre a vida dos professores”, sendo baseada em correntes teóricas tais como a fenomenologia existencial. Em tais abordagens especial destaque é dado à subjetividade dos professores. Os saberes dos professores não são somente tomados como representações cognitivas, mas considerados em suas dimensões afetivas, normativas e existenciais (Tardif, 2002:232).



A terceira orientação é caracterizada como pesquisa sobre as competências sociais ou saberes sociais. Nessa orientação, a subjetividade dos professores não se restringe à cognição e à vivência pessoal, mas considera as categorias, regras e linguagens sociais na estruturação da experiência dos professores nos processos de linguagem e interações cotidianas. Os saberes, as competências e o pensamento dos professores deixam de ser categorias subjetivas e são consideradas como construções sociais e culturais (Tardif, 2002:233).

Para Lima (2003), o resultado dessas pesquisas tem influenciado as iniciativas de formação de professores. Segundo essa autora, alguns programas são planejados e desenvolvidos levando em consideração uma visão disseminada de competência profissional, que abarca o desenvolvimento de habilidades pessoais em aplicar categorias do conhecimento especializado para produzir respostas corretas. Ainda de acordo com essa autora, ao abandonarmos a pretensão de que existem soluções corretas a serem assumidas pelos professores, passamos a compreender as condições que explicam e que determinam suas ações e discursos.

Essas três perspectivas da pesquisa sobre os saberes e o saber fazer dos professores nos mostram que a questão da subjetividade é rica e complexa e que pode ser estudada por enfoques diferentes. Nas pesquisas em educação em ciências vemos surgir a constituição de grupos interessados em resgatar histórias de vida dos professores e suas memórias de sala de aula desde os períodos em que eles eram alunos ou mesmo em períodos iniciais de suas experiências docentes.

Utilizando das contribuições de Tardif (2002) e das contribuições da filosofia da linguagem do Círculo Bakhtiniano nós consideramos como nosso pressuposto que a compreensão a natureza do ensino implica em considerar a subjetividade humana e a constituição dos sujeitos como produtores de discursos e, portanto, de saberes. Estamos convencidos de que o professor assume sua prática a partir do significado que ele mesmo lhe atribui. Como todo sujeito, o professor é dotado de conhecimentos e de um saber-fazer oriundos da sua própria prática, da sua inserção na sua cultura e no seu tempo. Desse modo, para estudar os sentidos atribuídos ao *ensino por investigação* por um grupo de professores formadores, que também são sujeitos em formação, nós



consideramos imprescindível conhecer um pouco da história singular desses sujeitos, bem como a história coletiva da qual são herdeiros. É assim que pretendemos entender de que forma e em que contexto se constituem as crenças desses sujeitos sobre o termo em questão.

Como dissemos anteriormente e teremos a necessidade de repetir, a história em torno da qual esta tese se desenvolve está inserida em um curso de educação a distância, formatado de acordo com as condições impostas por um determinado edital público de financiamento e para o qual convergem pessoas com interesses diversos. A seguir vamos falar desses contextos que dão contorno ao Projeto ENCI. Trata-se de um primeiro movimento que remete a um esforço de caracterização do ambiente da pesquisa que será retomado no próximo capítulo já no contexto de explicitação das condições de produção dos nossos dados, dos recortes realizados, dos cuidados metodológicos adotados e das teorias que deram sustentação aos procedimentos utilizados nesta pesquisa.

II.3– Formação continuada de professores e EAD: o caso do ENCI

A formação de professores em cursos de educação a distância ganhou forças no Brasil a partir do ano 2000. Apesar da educação a distância ser antiga, foi somente no final da década de 1990, através da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96), que essa modalidade de ensino recebeu destaque diante da necessidade de ampliação do acesso dos brasileiros ao ensino superior e aos cursos de especialização. De acordo com o artigo 80 das Disposições Gerais (Título VIII) da Lei 9394/96: *o poder público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino e de educação continuada.*

Somente cinco anos depois da promulgação da LDB foi editada uma Portaria (2253/2001) abrindo espaços flexíveis para a implementação da EAD no Brasil. A partir de então, as instituições brasileiras puderam incluir em seus currículos disciplinas não presenciais, em que apenas a avaliação mantinha-se no formato presencial.



A Edição do ENCI (2005 – 2008) que vamos analisar neste trabalho se deu no bojo da discussão política de ofertas de cursos a distância pela UFMG sem que a equipe responsável pelo curso tivesse conhecimento acumulado acerca da dinâmica de cursos nessa modalidade. Na UFMG, o ENCI foi o primeiro curso de EAD ofertado e foi aprovado pela Pró-reitoria de Pós Graduação em 2004. Nessa época não existia ainda o CAED – Centro de Apoio a Educação a distância – que foi criado com o ENCI já em funcionamento.

Em 2006, a UFMG criou uma comissão de avaliação institucional visando seu credenciamento junto à Secretaria de Educação a Distância do MEC para ofertar cursos de EAD. Dois cursos foram evocados como experiências bem sucedidas já iniciadas pela UFMG: o Curso ENCI para a área de ciências e o Curso Veredas para formar professores para as séries iniciais. Tal comissão, da qual a coordenadora do ENCI fez parte, elaborou um documento sustentando a viabilidade da oferta de cursos de EAD pela UFMG que foi aprovado pelo MEC. Nesse período começaram as reuniões nos Colegiados de Cursos de Graduação e Pós-Graduação para apresentar a proposta da Reitoria da UFMG de oferta de cursos de EAD e justificar sua importância no país, principalmente em algumas áreas, como é o caso da área de formação de professores de Física, Química e Biologia.

Em 2005, foi criado o Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB) no âmbito do Fórum das Estatais pela Educação. Esse sistema apresenta como prioridade a formação de professores da Educação Básica (UAB, 2008). Seu objetivo é estimular a articulação e a integração de um sistema nacional de educação superior, promovendo desta forma acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento. O Sistema UAB é formado por instituições públicas de ensino superior que se comprometem a propiciar ensino superior público de qualidade aos municípios brasileiros.

Os primeiros cursos assumidos pela reitoria da UFMG, de forma mais ampla, tiveram entrada a partir de 2008, quando a primeira turma do Curso de Especialização em Ensino por Investigação concluiu o curso. No momento da escrita desta tese, a UFMG oferta nove cursos pelo Sistema UAB, sendo cinco de graduação e quatro de pós-graduação. Os cursos de graduação são: Licenciatura em Química, em Matemática,



em Ciências Biológicas e em Pedagogia, além do Bacharelado em Geografia. Os cursos de pós-graduação são: a nova edição do ENCI, Especialização em Enfermagem, Especialização em Saúde da Família e Especialização em Artes Visuais.

A fundamentação para a criação do ENCI apresenta um diagnóstico de que, de um modo geral, o ensino de ciências tem se realizado por meio da transmissão de fatos e conceitos científicos, apresentados na forma de definições, tomados como verdades indiscutíveis e destituídos de uma problematização das complexas relações entre teorias e evidências. Em tal modelo de ensino, poucas são as oportunidades para a realização de investigações e para instituir práticas de argumentação acerca dos temas e fenômenos em estudo. O resultado, segundo os autores do Projeto ENCI, é que estudantes não aprendem conteúdos das ciências de modo efetivo e constroem representações inadequadas sobre a ciência como um empreendimento cultural e social.

O ENCI tem por objetivo a qualificação e a atualização dos docentes, com vistas à melhoria do ensino de ciências na Educação Básica, por meio da superação da visão de ensino brevemente caracterizada. Além disso, os proponentes do curso tinham a intenção de articular estágios dos alunos da graduação com os professores cursistas, de modo a produzir e divulgar conhecimentos que circulam na universidade e integrar projetos de formação continuada e formação inicial de professores.

Portanto, o ENCI já na sua origem, apresentou dois pressupostos básicos: 1) o de que as explicações científicas surgem e se desenvolvem na sua relação com a investigação; 2) a necessidade de promover uma reflexão permanente no interior de um de espaço de investigação e de trocas entre os professores cursistas acerca do seu trabalho.

Uma das preocupações da equipe responsável pelo desenvolvimento do ENCI era a de manter na versão semipresencial do curso o mesmo comprometimento a partir do qual foram realizados cursos de especialização no formato presencial ao longo da história do CECIMIG. Em relação à temática da qualidade dos cursos a distância, Castro Neves (2002) afirma que a qualidade de um curso de EAD depende dos princípios filosóficos e pedagógicos que devem ser explicitados nos guias e manuais para serem postos em prática ao longo de todo o processo.



Ainda de acordo com Castro Neves (*idem*) é um engano considerar que programas à distância podem dispensar o trabalho e a mediação do professor, nesse caso denominado tutor. Essa mediação, muito ao contrário, exige papéis bem definidos dentre os quais se destacam a difusão de uma compreensão clara sobre: (i) os objetivos de cada etapa do curso; (ii) as razões pelas quais se deu a escolha de conteúdos a serem desenvolvidos e da mídia utilizada; (iii) as estratégias de acompanhamento e avaliação. Tais compromissos pressupõem a existência de uma equipe de professores e técnicos afinada e articulada. Por esse motivo, acreditamos que a compreensão dos tutores do ENCI sobre os sentidos atribuídos ao ensino por investigação na proposta pedagógica do curso influenciou os sentidos que foram construídos pelos professores cursistas.

Castro Neves (*idem*) nos diz os processos de avaliação em cursos de EAD devem ser contínuos e abrangentes, de modo a permitir ao aluno sentir-se seguro quanto aos resultados que está alcançando. A auto-avaliação é também um expediente a ser valorizado, pois auxilia o estudante a tornar-se mais autônomo, responsável, crítico, capaz de desenvolver sua independência intelectual.

Gatti (2002) se propõe a discutir algumas das características e fatores que têm sido determinantes na qualidade da formação de professores por EAD como, por exemplo, a busca de uma interatividade constante, atenciosa, cuidadosa e dialogada, tanto quanto a oportunidade de trocas de experiências, vivências e relatos, de modo que possamos perceber “o humano humanizando o tecnológico”. Segundo Gatti (*idem*), os cursos de EAD devem começar um trabalho interativo de esclarecimento e ambientação em que os pressupostos pedagógicos, o eixo curricular, os conhecimentos que serão envolvidos, a estrutura de funcionamento do curso, os materiais e suportes, bem como os processos de acompanhamento e avaliação sejam compreendidos por todos.

Esse esforço inicial serve para que os alunos avaliem o esforço que lhes será exigido, suas possibilidades de envolvimento, o apoio que irão encontrar, o tipo de material com o qual terão de lidar, as exigências e as formas de avaliação. Do ponto de vista do tutor, o mesmo momento constitui a oportunidade para motivar um trabalho que será, às vezes, solitário, apesar da existência das “salas de café virtual”, dos fóruns e de outros recursos concebidos para que o aluno sinta-se acompanhado e assistido.



As diretrizes didático-metodológicas que Gatti (*ibidem*) defende para os cursos de EAD são homólogas e, portanto, muito próximas àquelas que os coordenadores e tutores do ENCI e a equipe do CECIMIG/FAE/UFMG têm seguido nos programas de formação de professores:

- Apresentar situações problematizadoras sobre o tema.
- Instigar o participante a encontrar caminhos que lhe permitam avançar.
- Ajustar o conteúdo ao tempo previsto para o curso.
- Apresentar um bom planejamento didático-pedagógico.
- Utilizar recursos semióticos diversos (visuais, auditivos ou gráficos), de modo a tornar a linguagem adequada e atraente.

Aos critérios de qualidade e qualificação de cursos de EAD apresentados por Gatti (*ibidem*), Moran (2002) acrescenta alguns ingredientes que revelam características desejáveis dos professores tutores e dos alunos. Quanto aos professores, ele afirma a necessidade de que sejam maduros, intelectual e emocionalmente, mostrando-se pessoas curiosas, entusiasmadas, abertas, que saibam motivar e dialogar. Os alunos, por sua vez, devem tomar consciência da importância que sua curiosidade e motivação terão para estimular o professor, sendo, por essa razão, co-responsáveis pela qualidade do curso. A lista também inclui características desejadas para os administradores e coordenadores que devem se mostrar abertos e atentos, contribuindo para que haja um ambiente de inovação, intercâmbio e comunicação. Moran (*idem*) afirma que um bom curso depende da possibilidade de uma boa interação entre os seus participantes, do estabelecimento de vínculos, do fomento a ações de intercâmbio, lembrando-nos, ainda, de que quanto maior a interação, mais horas de atendimento serão necessárias.

Outra preocupação nos cursos de EAD é a qualidade dos materiais didáticos. Segundo Corrêa (2007), o maior desafio posto é a produção de materiais que gerem desafios cognitivos para os alunos, promovam atividades significativas de aprendizagem e o desenvolvimento de novas competências necessárias ao campo da ação.



O ENCI reuniu vários ingredientes inovadores e ao mesmo tempo problemáticos. Ele utiliza ferramentas de educação a distância, que parece ser uma tendência nas políticas públicas destinadas à educação e à formação continuada de professores em nosso país. Por outro lado, foi estruturado em torno do conceito de ensino por investigação que ainda está por ser mais bem elucidado. Assim, ao longo do curso, além da polissemia do termo ensino por investigação, os tutores encontraram dificuldades em lidar com uma nova modalidade em ensino para a formação continuada de professores usando a mediação em educação a distância.

II.4– Ensino de Ciências por Investigação e sua caracterização

Um tema recorrente na busca pelos sentidos atribuídos ao termo ensino de ciências por meio da investigação é o caráter inacabado e inconclusivo dessa busca. Mostraremos ao longo desta seção, que o emprego do termo *ensino por investigação* não é consensual entre os pesquisadores da área de ensino de ciências. Mesmo onde a proposta de ensino por investigação já está bem consolidada, em termos das diretrizes curriculares, como é o caso dos EUA, os pesquisadores destacam a existência de uma polissemia em relação ao sentido do termo *investigação*, bem como de inúmeras perspectivas diferentes de *ensino por investigação* (GRANDY e DUSCHL, 2005; ANDERSON, 2002).

Uma revisão sobre as perspectivas históricas do ensino por investigação, realizada por Deboer (2006), relata que datam do século XIX as primeiras justificativas para a incorporação de aspectos da investigação científica nas salas de aulas por meio do laboratório escolar. De acordo com esse autor, no século XIX, a participação da educação em ciências no currículo escolar ainda era pequena e incipiente. Nessa ocasião, cientistas influentes, tanto da Europa, quanto dos EUA, passaram a reivindicar o aumento de sua participação nas definições curriculares do ensino de ciências e a sugerir que, mediante tal aumento, fosse contemplado o objetivo de se ensinar os estudantes a realizar investigações científicas.



A imagem de ciências apresentada pelos cientistas envolvidos nesse movimento baseava-se no rigor da observação e do raciocínio indutivo. Desta forma, ao ensino de ciências era atribuída a finalidade de levar os estudantes a aprender como observar o mundo natural e como extrair conclusões de suas observações com base na lógica indutiva. Essa perspectiva de ensino tornou-se a justificativa para a emergência do laboratório escolar, concebido como uma oportunidade para aquisição do método científico.

Deboer (idem) destaca três abordagens para o ensino que surgiram no séc. XIX como resultado de esforços para o desenvolvimento do ensino de ciências baseado em uma dada compreensão do que viria a ser a investigação: a) abordagem da descoberta verdadeira ou abordagem heurística, na qual os estudantes têm o máximo de liberdade para explorar o mundo por conta própria; b) a abordagem de verificação, na qual os estudantes são levados a confirmarem fatos ou princípios científicos no laboratório; c) a abordagem da descoberta orientada, ou investigação orientada, na qual os estudantes são levados a buscarem soluções para questões diante das quais eles são confrontados. Contudo, tanto Deboer (idem), quanto o NRC (2000) afirmam que apesar dos esforços para difundir uma perspectiva de ensino por investigação nas salas de aula, os métodos de ensino baseados na transmissão de informações registradas nos livros texto continuaram dominantes até a virada do século.

No início do século XX, John Dewey, membro da AAAS, apresentou críticas à perspectiva de ensino como transmissão de informações (Dewey, 1910, apud NRC, 2000) e sustentou a idéia de que a ciência é mais do que um corpo de conhecimentos a ser aprendido. Sendo assim, aprender ciências deveria implicar na aprendizagem de processos ou métodos usados nas ciências.

A perspectiva de ensino de ciências baseado na investigação somente ganhou forças na segunda metade do século XX. O educador Joseph Schwab (1960, 1966, apud NRC, 2000) parece ter sido uma voz influente no estabelecimento desta visão da educação científica. Segundo o NRC (idem), Schwab argumentou que a ciência era constituída, tanto por estruturas conceituais, quanto por procedimentos que foram



construídos e revisados ao longo da história. Por isso, o ensino e a aprendizagem da ciência deveriam refletir esse modo de compreender os conhecimentos científicos.

Schwab (idem) também assinala que os professores deveriam apresentar a ciência como investigação e que os alunos deveriam utilizar processos de investigação para aprender os temas da ciência. Para orientar a prática pedagógica nessa direção, esse autor recomendava que os professores dessem atenção ao laboratório e usassem experiências para conduzir suas aulas, antes de introduzir a explicação formal de conceitos e princípios científicos.

Além disso, seria preciso que os professores considerassem três abordagens possíveis para o laboratório de ensino. Em uma primeira abordagem, mais estruturada, a proposição de questões e de métodos para investigá-las ficaria a cargo do professor e o envolvimento dos alunos permitiria que eles descobrissem relações que ainda não conheciam. Em outra abordagem, a proposição de questões seria feita pelo professor, mas a concepção de métodos para enfrentá-las e a avaliação da adequação desses métodos ficaria a cargo dos estudantes. Por fim, uma terceira abordagem seria aquela em que o professor proporia temas ou apresentaria fenômenos sem apresentar diretamente as questões a serem investigadas e sem sugerir os métodos para investigá-las. Nesse último caso, os estudantes teriam mais autonomia para definir o que é relevante, o que precisa ser esclarecido e que métodos seriam convenientes para fazê-lo.

Nessa terceira abordagem, os alunos poderiam fazer perguntas, reunir provas, bem como propor explicações científicas baseadas em seus conhecimentos prévios e nos conhecimentos que eles conseguissem reunir com a ajuda do professor. A essas três abordagens, Schwab propôs uma abordagem adicional em que se faria uma "investigação sobre a investigação". Nesse último caso, os professores ofereceriam aos alunos relatos sobre investigações científicas, em uma perspectiva histórica e epistemológica. Nessas ocasiões, seriam discutidos aspectos essenciais a uma investigação, tais como: os problemas, os dados, o papel da tecnologia, as interpretações dos dados e as conclusões alcançadas pelos cientistas.

Na década de 1950 e 1960 e em princípios dos anos 70, os trabalhos de Schwab, Dewey, Bruner e Piaget, influenciaram a natureza dos materiais curriculares dedicados



ao ensino das ciências. Nesse período, os grandes projetos de ensino produzidos pelos países da OTAN afirmaram a importância de se envolver os alunos em atividades de caráter investigativo, nas quais eles seriam protagonistas, pois desempenhariam um papel ativo. Pelo menos nos EUA, a influência desse discurso permaneceu durante muito tempo. Anderson (2002) cita uma série de trabalhos de revisão de literatura produzidos no início da década de 1980 que indicam que o rótulo *ensino por investigação* foi usado desde a década de 1950 pela maior parte dos projetos curriculares apoiados pela Fundação Nacional de Ciências (NSF) dos Estados Unidos.

Grandy e Duschl (2005) consideram que a inclusão de metas curriculares ligadas à aprendizagem por investigação nesses projetos sofreu a influência de diversas mudanças que ocorreram, nos últimos cinquenta anos, e que envolvem o modo de conceber as ciências, a aprendizagem e os ambientes de aprendizagem. Tais mudanças contribuíram, por exemplo, para que o NSES propusesse como meta para o ensino das ciências que os estudantes aprendessem a fazer investigações científicas e a compreender o papel das investigações na atividade científica.

Segundo Grandy e Duschl (*idem*), no período de 1955 a 1970, enquanto alguns cientistas lideravam reformas no ensino de ciências com foco no papel a ser desempenhado pela investigação, os historiadores e filósofos das ciências modificavam suas idéias sobre a natureza da investigação científica e a psicologia cognitiva mudava sua compreensão sobre o processo de aprendizagem. Tais mudanças teriam contribuído para a proliferação de sentidos associados ao termo investigação. Por outro lado, essas mesmas mudanças alteraram o conhecimento epistemológico que informa a prática pedagógica.

O foco, por essa razão, teria deixado de recair sobre: o que nós sabemos e quais métodos usamos; para se concentrar em: como nós sabemos o que sabemos e por que acreditamos em certas afirmações mais que em outras que lhes são concorrentes. A mudança correlata no currículo e nos objetivos da educação escolar teria consistido em substituir a pergunta: o que nós queremos que os estudantes saibam e o que eles precisam para sabê-lo; por outra: o que nós queremos que os estudantes sejam capazes de fazer e como eles precisam agir para adquirir essas capacidades.



A respeito da proliferação de sentidos associados ao termo investigação, Abd-El-Khalick e colaboradores (2004, apud Grandy e Duschl, 2005) identificaram dezoito termos ou frases usados para caracterizar o que seria uma investigação, em uma conferência realizada sobre o papel da investigação no ensino das ciências. Em outra conferência de mesmo tema, e realizada um ano depois, Grandy e Duschl (2005) ampliaram esse número para 30. Reproduzimos os termos identificados por esses autores no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Termos associados à investigação (GRANDY e DUSCHL, 2005)

• Propor questões	• Refinar modelos
• Refinar questões	• Comparar teorias alternativas com dados
• Avaliar questões	• Propor explicações
• Planejar experimentos	• Comparar modelos alternativos
• Refinar experimentos	• Apresentar argumentos para contrapor modelos e teorias
• Interpretar experimentos	• Fazer previsões
• Fazer observações	• Registrar dados
• Coletar dados	• Organizar dados
• Representar dados	• Discutir dados
• Analisar dados	• Discutir teorias e modelos
• Relacionar dados com hipóteses, modelos e teorias	• Explicar teorias e modelos
• Formular hipóteses	• Escrever sobre os dados
• Aprender teorias	• Escrever sobre teorias e modelos
• Aprender modelos	• Interpretar dados
• Refinar teorias	• Interpretar teorias e modelos

II.5- O uso de atividades investigativas como estratégias de ensino

Segundo Carvalho et al. (2004), uma atividade investigativa não pode se reduzir a uma mera observação ou manipulação de dados: ela deve levar o aluno a refletir, a discutir, a explicar e a relatar seu trabalho aos colegas.

Na literatura, encontramos exemplos de atividades investigativas desenvolvidas através de atividades experimentais. Alguns pesquisadores ao argumentar a favor do desenvolvimento de atividades práticas ou experimentais de caráter investigativo apresentam uma caracterização desse tipo de atividades. Isso ocorre, por exemplo,



Tamir (1990); Pérez e Castro (1996); Veríssimo et al. (2001); Gott e Duggan (1995); Gil-Perez e Valdés Castro.(1996); Azevedo (2004); Borges (2002);

De acordo com Borges (2002), em uma atividade experimental de investigação realizada em uma sala de aula, o estudante deve ser colocado frente a uma situação na qual ele seja solicitado a fazer algo mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em uma situação semelhante. Disso, podemos concluir que, nesse tipo de atividade, o estudante participa da definição ou da interpretação de um problema, transformando-o em questões suscetíveis à investigação.

Nessa mesma linha, Tamir (1990) afirma que, ao propor uma atividade de investigação na escola, deve-se discutir junto aos estudantes a importância do tema em estudo. Uma orientação investigativa pressupõe o envolvimento dos estudantes em uma tarefa cuja finalidade e sentido estejam claros para eles. A discussão da importância do tema proposto contribui para que os estudantes comecem a formar uma compreensão preliminar da situação problemática, permitindo, assim, a realização de uma análise qualitativa dessa situação, que lhes ajude a considerá-la sob a ótica de um problema preciso. Esse autor apresenta uma classificação das atividades práticas em diversos graus de complexidade mostrada no quadro 2.

No nível 0, as atividades são totalmente orientadas, cabendo ao professor conduzir todas as suas etapas, ou seja, além de fornecer o problema, o professor prescreve os procedimentos a serem executados e as conclusões que se espera a partir do desenvolvimento da atividade. Segundo Tamir (idem) as atividades práticas tradicionais, são, em sua maioria, do tipo 0. Em outras palavras, não contém elementos típicos de uma atividade investigativa.

**Quadro 2 - Classificação das atividades práticas segundo Tamir (1990).**

Nível de investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Conduzidas pelo professor
Nível 1	Dados pelo professor	Dados pelo professor	Em aberto
Nível 2	Dados pelo professor	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

No nível 1, os alunos são levados a elaborar sozinhos as conclusões da atividade, embora o professor continue a fornecer o problema e os procedimentos para a realização da atividade. No nível 2, as atividades são um pouco mais abertas, pois o professor fornece apenas o problema, cabendo aos alunos, discutir, argumentar e tomar decisões em relação ao encaminhamento da atividade. Nesse nível, o procedimento e a conclusão ficam em aberto, isto é, “correm por conta” dos alunos. No nível 3, considerado como o mais elevado nível de investigação, os alunos devem realizar sozinhos todas as etapas ou fases, começando pela formulação do problema e terminando com a obtenção das conclusões. Esses níveis de aproximação a uma investigação autêntica são muito próximos das abordagens propostas por Schwab (*apud* NRC, 2000). O nível 0 apresentado por Tamir não tem correspondência com as proposições feitas pelo Schwab, mas o nível 1 e os seguintes podem ser comparados as abordagens por ele descritas.

Uma distinção similar a essa foi realizada por Colburn (2000) que, no entanto, acrescenta à distinção entre atividades estruturadas, semi-estruturadas e abertas a idéia de ciclos de aprendizagem. Em um ciclo de aprendizagem, os estudantes são engajados em atividades que introduzem um conceito novo. O professor fornece, então, o nome formal para o conceito. Os estudantes tomam posse do conceito aplicando-o a um contexto diferente daquele original. O novo contexto não necessariamente remete ao de uma atividade investigativa, embora isso possa vir a acontecer.



Carvalho *et al.* (2004) dizem que uma atividade investigativa não pode se resumir a aprendizagem de um conceito específico, a uma mera observação ou a simples manipulação de dados: deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar seu trabalho aos colegas. Assim, as atividades práticas concebidas em uma perspectiva investigativa demandam do aluno um esforço interpretativo e (re)interpretativo que perpassa toda a atividade e inclui a elaboração do problema, o planejamento das ações, as observações, o registro e o tratamento dos dados. Os estudantes realizam essas ações tendo em vista sua audiência e as representações que eles possuem de como essa audiência interpretará os resultados e as conclusões da investigação.

Pérez e Castro (1996) consideram que há dez aspectos que podem fazer com que uma atividade experimental se transforme em uma investigação:

- 1- Apresentar situações problemáticas abertas com um nível de dificuldade adequado, com o objetivo de que os alunos possam tomar decisões, transformando-as em problemas precisos;
- 2- Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e os objetivos das situações propostas que dão sentido ao seu estudo, considerando as implicações CTS;
- 3- Enfatizar as análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e a limitar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
- 4- Propor a emissão de hipóteses como parte central da atividade de investigação suscetível de orientar o tratamento das situações surgidas e de tornar explícitas as concepções prévias dos alunos;
- 5- Permitir aos alunos o reconhecimento da importância da elaboração do projeto e da planificação da atividade experimental por eles próprios;
- 6- Propor a análise dos resultados à luz do corpo de conhecimentos disponível, das hipóteses levantadas e dos resultados dos outros grupos;
- 7- Propor considerações de possíveis perspectivas (reelaboração do estudo com outro nível de complexidade, problema ou modificações na montagem do experimento) e contemplar, em particular, as possíveis implicações CTS do estudo realizado;
- 8- Pedir um esforço de integração que considere a contribuição do estudo realizado na construção de um corpo coerente de conhecimento, assim como as possíveis implicações em outros campos de conhecimentos;



9- Conceder uma importância especial na elaboração de memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam servir de base para ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;

10- Potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico organizando equipes de trabalhos e facilitando a interação entre cada equipe e a comunidade científica, representada na sala de aula pelo resto das equipes e pelo corpo de conhecimento já construído.

Gott e Duggan (1995), que muito provavelmente influenciaram o ponto de vista de Borges (2002), já citado nesta seção, discriminam fases e processos que compõem atividades experimentais investigativas escolares. Segundo esses autores essas atividades remetem a solução de um problema e demandam dos estudantes um variado grau de autonomia e o enfrentamento de situações para as quais não existem soluções óbvias ou conhecidas de antemão. Eles apresentam um modelo de solução de problemas que propõe uma descrição do que é feito pelos estudantes quando eles desempenham atividades de investigação. Segundo os autores, a intenção por trás desse modelo é descrever uma abordagem interativa que possibilite ao aluno tomar decisões continuamente, ajustando-as quando necessário. A seguir apresentamos esse modelo.

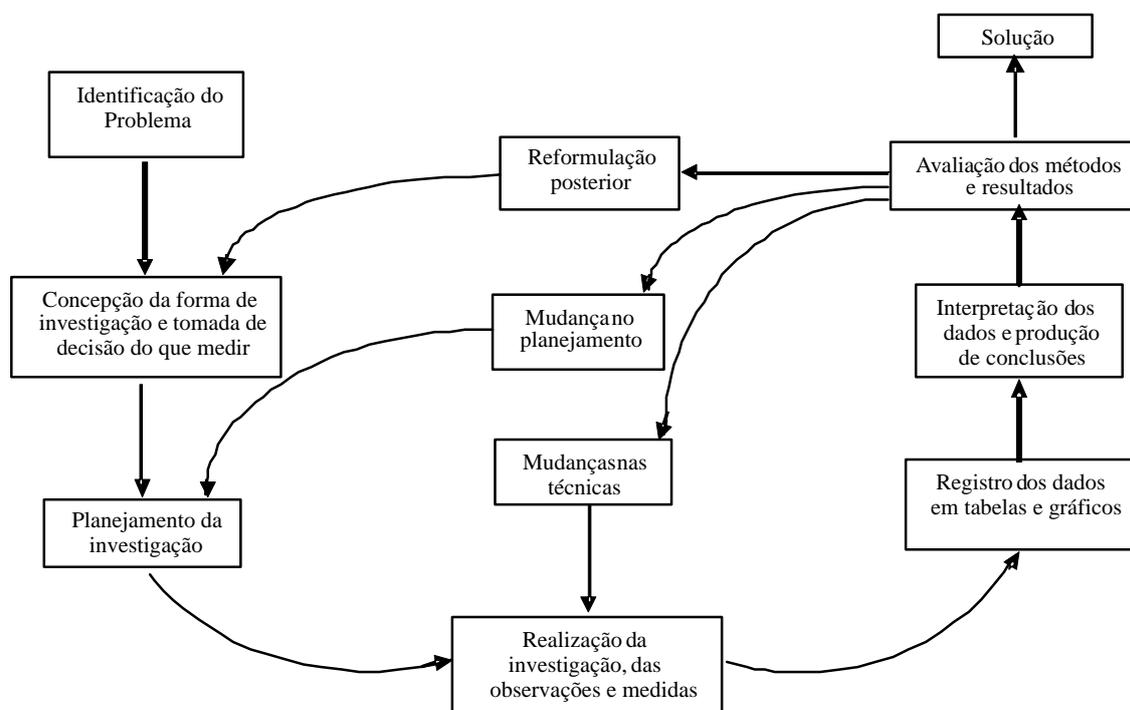


Figura1- Esquema de solução de problema , Gott & Murphy, 1987 apud Gott & Duggan , 1995



Esses mesmos autores classificam diferentes tipos de trabalhos de investigação em função das tarefas nas quais os alunos são engajados:

- a) Controle de variáveis: essas tarefas se dividem em quatro subcategorias, de acordo com a natureza e o número das variáveis independentes envolvidas. Assim, existem atividades com uma única variável independente categórica ou contínua, bem como atividades com mais de uma variável de um ou de outro tipo.
- b) Raciocínio lógico: Uma tarefa de maior complexidade pode envolver a realização de uma seqüência de tarefas (frequentemente qualitativas), nas quais os dados de cada uma das estruturas subseqüentes da tarefa conduzem paulatinamente para a uma solução do problema.
- c) Medição: Há tarefas em que não há uma maneira óbvia de fazer uma determinada medida com a instrumentação disponível, sendo necessário fazer uma medida indireta.
- d) Problema de engenharia: Resolver um problema prático e testar a eficácia da solução sem necessariamente compreender a ciência por trás disso.
- e) Construção de artefatos: Construção de um aparato e avaliação se ele funciona ou não da maneira pretendida.
- f) Exploração: É o mais aberto dos tipos, envolvendo os estudantes no levantamento de questões e na definição de procedimentos podem envolver alguns dos tipos de tarefas mencionadas anteriormente.

Azevedo (2004) discute o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas de demonstração. Segundo essa autora, as atividades experimentais de demonstração constituem-se, tradicionalmente, em apresentações realizadas pelo professor, com o objetivo não só de motivar os alunos, mas também de ilustrar e fundamentar a explicação de conceitos ou modelos científicos. Normalmente, lança-se mão desse tipo de atividade porque, nele, dispensa-se o uso de vários equipamentos ou de diferentes materiais, freqüentemente necessários para o trabalho com pequenos grupos de alunos.



Ainda de acordo com Azevedo (idem), durante o desenvolvimento de atividades de demonstração pelo professor, também os alunos podem exercer papéis ativos e vivenciar situações que desencadeiam discussões produtivas para o processo de ensino aprendizagem. Para isso, tais atividades devem partir de um problema proposto pelo professor, que deve convidar os alunos a levantarem hipóteses sobre possíveis respostas para esse problema e, também, sobre possíveis procedimentos para se chegar a uma solução satisfatória. Durante a demonstração, ao longo das discussões, os alunos devem ser incentivados a registrar medidas eventualmente realizadas, a fazer observações e a propor novas questões. Contudo, é importante que o professor leve os alunos a desenvolver reflexões, relatos e argumentações sobre o fenômeno investigado. Para finalizar, é produtivo que ele dê um “fechamento” ao trabalho, enumerando as principais idéias discutidas durante a atividade, bem como ressaltando e explicando os conceitos científicos nelas envolvidos.

Esse tipo de atividade é significativamente diferente das atividades de demonstração tradicionalmente realizadas nas aulas de Ciências, pois faz com que os alunos participem mais, elaborem hipóteses sobre o fenômeno em foco, analisem os resultados obtidos, discutam com os colegas, façam conexão entre as novas “descobertas” e os conhecimentos anteriormente adquiridos e se posicionem em face desses “avanços” alcançados. Tudo isso conferiria caráter investigativo a tal atividade.

A referência aos autores citados até aqui tornam claro que a literatura sobre as atividades investigativas está altamente vinculada àquela que trata das atividades experimentais. Munford e Lima (2008) entendem que isso revela uma concepção inadequada do ensino por investigação. Segundo essas autoras, a vinculação entre investigação e experimentação na ciência escolar não deveria ser vista como necessária. As autoras argumentam que muitas atividades experimentais não apresentam características essenciais a uma investigação enquanto várias outras atividades que não são experimentais têm essas características.

Outra concepção problemática do ponto de vista de Munford e Lima (idem) é a vinculação automática entre ensino por investigação e atividades “abertas”, nas quais os estudantes têm autonomia para escolher questões, determinar procedimentos para a



investigação e decidir como analisar seus resultados. Apoiando-se na literatura norte americana e nas diretrizes curriculares adotadas naquele país, de que falaremos na próxima seção, elas argumentam que é importante conceber a possibilidade de múltiplas configurações com diferentes níveis de direcionamento por parte do(a) professor(a). Por fim, as autoras apresentam uma terceira concepção problemática e que diz respeito à idéia de é possível e necessário ensinar todo o conteúdo através de uma abordagem investigativa. Sob essa questão elas resgatam a diretriz da diversificação de abordagens e atividades de ensino aprendizagem como princípio educativo sugerindo que alguns temas seriam mais apropriados a uma abordagem investigativa, enquanto outros deveriam ser trabalhados de outras formas.

II.6– O ensino por investigação nas diretrizes curriculares

Tanto nos documentos curriculares em circulação nos Estados Unidos (NSES, 1996; NRC⁵, 2000; NSC⁶, 2000), quanto na literatura de pesquisa em educação, encontramos vários exemplos de experiências de ensino por investigação e sugestões de atividades investigativas, mas não encontramos uma definição precisa ou operacional do termo *ensino por investigação*.

Segundo Anderson (2002), o ensino e a aprendizagem por investigação são definidos diferentemente por pesquisadores diferentes. Além disso, pesquisadores distintos nomeiam com termos diferentes aquilo que outros identificam como sendo ensino ou aprendizagem por investigação. Esse é o caso, por exemplo, de experiências de ensino de ciências baseado em projetos que, às vezes, são identificadas como experiências de ensino por investigação (Blumenfeld, et al, 1994; Krajcik, et al, 1994; Ladewski, et al 1994; Marx, et al,1994; apud Anderson, 2002)⁷.

Por fim, Anderson (idem) aponta que os trabalhos nos quais podem ser encontradas boas descrições das orientações didático-metodológicas identificadas como

⁵ National Research Council

⁶ National Science Council

⁷ No Brasil, o termo ensino de ciências baseado em projetos foi identificado com o termo “pedagogia de projetos”.



pertinentes ao ensino por investigação e dos ambientes de aprendizagem onde elas são utilizadas costumam ser tão diferentes entre si que podem apenas pobremente serem generalizados sob o rótulo de experiências de ensino aprendizagem por investigação.

A imprecisão no uso do termo *ensino por investigação* também pode ser encontrada no uso do termo *investigação*. Isso ocorre tanto nas situações em que a palavra *investigação* é utilizada para caracterizar a atividade científica, quanto naquelas em que é identificada como um processo que compõe as atividades de ensino aprendizagem realizadas por estudantes em experiências educacionais. Os mesmos documentos curriculares utilizados nos Estados Unidos, que já mencionamos anteriormente (NSES, 1996; NRC, 2000), nos trazem evidências dessa imprecisão. No NSES, por exemplo, encontramos a seguinte definição para o termo *investigação*:

A investigação científica refere-se aos diversos caminhos pelos quais os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas em evidências derivadas de seus trabalhos. A investigação também se refere às atividades dos estudantes nas quais eles desenvolvem o conhecimento e compreensão das idéias científicas, bem como a compreensão de como os cientistas estudam o mundo natural. (NSES, 1996:23)

Por meio dessa citação compreendemos que o termo *investigação*, quando usado para caracterizar os “diversos caminhos pelos quais os cientistas estudam o mundo natural”, torna-se necessariamente vago e impreciso em função da enorme diversidade e complexidade da atividade científica. Nesse caso, a definição imprecisa substitui com méritos a idéia de que a ciência possa ser caracterizada por um método algorítmico e consiste, basicamente, na afirmação de que as ciências pressupõem múltiplas estratégias (PAULA, 2004). A proliferação de sentidos associada ao termo *investigação* seria, portanto, uma conseqüência do fato de que a *investigação* é uma atividade complexa, multifacetada e não simplesmente uma ação isolada.

Somos da opinião de que ao menos um aspecto da ambigüidade que encontramos na citação do NSES poderia ser evitada. Trata-se nesse caso da vinculação desse termo “aos diversos caminhos pelos quais os cientistas propõem explicações baseadas em evidências”. As explicações baseadas em evidências são produtos da atividade científica e, por isso, são associadas às investigações, mas não deveriam se confundir com elas. Uma explicação, portanto, não é uma investigação, embora possa se



valer de argumentos cuja autoridade remete aos resultados de uma investigação ou, mais freqüentemente, de um conjunto de investigações.

O uso do termo *investigação* aplicado às atividades de ensino aprendizagem é ainda mais imprecisa, visto que ele aponta para os diferentes caminhos a partir dos quais os estudantes podem ser conduzidos a compreender as idéias científicas ou os métodos das ciências. No primeiro caso, trata-se das diversas estratégias legítimas pelas quais os professores contribuem para que os estudantes aprendam os conceitos, modelos e teorias das ciências. No segundo caso, trata-se de fomentar uma compreensão sobre as ciências como empreendimento cultural e social, tanto quanto um entendimento das práticas culturais usadas pelas comunidades de cientistas.

Nos NSES e em outros documentos posteriores, como o NRC e o NSC (2000), encontramos, além de considerações mais gerais sobre os termos *investigação* e *ensino de ciências por investigação*, orientações que têm a intenção de apresentar ao professor estratégias para que ele possa desenvolver o ensino por investigação em sua sala de aula. São essas orientações que definem melhor os sentidos desses termos.

Uma das orientações mais importantes diz respeito à identificação de cinco ações consideradas essenciais para que uma experiência educacional seja considerada uma atividade investigativa. Essa orientação foi reproduzida a seguir e encontra-se resumida no Quadro 3. Esse quadro assinala a existência de diferentes níveis de responsabilidade e modos de cooperação entre o professor e os estudantes.



Quadro 3 – Cinco ações essenciais às atividades investigativas (NRC, 2000, p.29)

AÇÕES	Níveis de responsabilidade			
	MAIOR	Responsabilização dos estudantes		MENOR
	←————— DIRECIONAMENTO DO PROFESSOR OU DO MATERIAL DIDÁTICO —————→			
	MENOR			MAIOR
1- Os estudantes engajam-se em questões de orientação científica.	Os estudantes propõem questões.	Os estudantes selecionam questões a partir de um conjunto a eles oferecido e propõem novas questões.	Os estudantes delimitam e tornam mais clara uma questão proposta pelo prof. ou material didático.	Os estudantes assumem as questões propostas do modo como elas lhes foram apresentadas.
2- Os estudantes dão prioridade às evidências ao responderem as questões.	Os estudantes determinam quais seriam as evidências e como realizar a coleta de dados.	Os estudantes são direcionados pelo professor ou material didático para a coleta de dados.	Os estudantes recebem os dados e concebem critérios para analisá-los.	Os estudantes recebem tanto os dados, quanto as orientações para analisá-los.
3- Os estudantes formulam explicações a partir de evidências.	Os estudantes formulam explicações após sintetizarem as evidências.	Os estudantes são guiados pelo professor, mas escolhem como formular explicações a partir das evidências.	Os estudantes escolhem entre algumas explicações diferentes construídas a partir das evidências.	Os estudantes são informados sobre os modos pelos quais as explicações se sustentam a partir das evidências.
4- Os estudantes conectam suas explicações ao conhecimento científico.	Os estudantes examinam de modo independente o modo como suas explicações se relacionam ao conhecimento científico.	Os estudantes são orientados para certas áreas ou fontes de conhecimento científico possivelmente relacionados às suas explicações.	Os estudantes são informados das possíveis conexões entre suas explicações e áreas ou fontes específicas de conhecimento científico.	Os estudantes são informados acerca da adequação ou inadequação de suas explicações em relação a áreas específicas do conhecimento científico.
5- Os estudantes comunicam e justificam suas conclusões.	Os estudantes constroem argumentos razoáveis e lógicos para comunicar suas conclusões.	Os estudantes recebem diretrizes gerais para tomar sua comunicação mais precisa.	Os estudantes recebem diretrizes específicas para tornar sua comunicação mais precisa.	Os estudantes recebem instruções detalhadas para comunicarem suas conclusões.



Uma análise do quadro 3 permite-nos compreender que as atividades investigativas diferenciam-se em função do seu grau de abertura ou estruturação prévia, de forma semelhante ao que foi proposto por Schwab (1960, 1966, apud NRC, 2000), tanto quanto por Tamir (1990) e Colburn (2000). A forma mais aberta ocorre quando todas as ações dos alunos ocorrem do modo descrito pela coluna mais a esquerda do quadro. No entanto, como advertem as orientações do NRC (2000), os estudantes raramente têm a capacidade de realizar uma atividade investigativa, todo o tempo, desse modo mais aberto. Afinal, é a experiência educacional e a cooperação com o professor quem primeiro lhes traz as oportunidades de aprender a formular perguntas para as quais o conhecimento científico tem algum valor. Essa observação é igualmente válida no que diz respeito à aprendizagem sobre como identificar evidências, como diferenciar uma opinião de um argumento sustentado por evidências, qual a melhor forma de desenvolver uma explicação tornando-a coerente com um dado conjunto de evidências, tanto quanto com o conhecimento científico disponível, e assim por diante.

O NRC (idem) concebe as atividades investigativas com maior nível de estruturação prévia ou menor abertura como oportunidades para que os estudantes desenvolvam, tanto os conhecimentos, quanto as habilidades necessárias a realização de investigações com caráter *mais científico*, isto é, com maior nível de responsabilização dos estudantes. O quadro 3 ajuda-nos a compreender que uma atividade investigativa específica dificilmente estará situada em um de seus dois extremos ou poderá ser facilmente identificada por uma das três abordagens sugeridas por Schwab (idem). Afinal, existem inúmeros matizes definidos pelos diferentes modos de compor os diversos níveis de responsabilidade do professor e dos estudantes e de estabelecer as formas de cooperação entre esses sujeitos quando esses realizam cada uma das cinco ações que o quadro 3 identifica.

A idéia de que a realização de atividades investigativas exige a compreensão da sala de aula como uma comunidade de sujeitos que cooperam uns com os outros é ressaltada por Hinrichsen e Jarrett (1999). De acordo com esses autores, uma sala de aula organizada em torno da investigação é mais do que um espaço de “reunião de aprendizagens individuais”: é uma comunidade de investigação. Nessa comunidade,



estudantes e professores compartilham a responsabilidade de aprender e colaborar com a construção do conhecimento. A participação dos estudantes é essencial em sua aprendizagem e pode ser destacada em aspectos tais como: a organização da sala de aula; a estruturação do tempo; a definição dos recursos usados e dos tópicos a serem explorados; as decisões sobre como a investigação será realizada e sobre como seus resultados serão comunicados. Os professores não são os únicos protagonistas do processo de construção dos conhecimentos e os estudantes não são receptores passivos.

Outra orientação importante encontrada nos documentos curriculares norte americanos diz respeito à explicitação dos processos que compõem as atividades investigativas. A esse respeito, por exemplo, o NRC destaca os seguintes processos:

Fazer observações; propor questões; examinar livros e outras fontes de informação; planejar investigações; rever o que é conhecido à luz de evidências experimentais; usar ferramentas para coletar, analisar e interpretar dados; propor respostas, explicações e predições; comunicar os resultados (NRC, 2000: 23).

Um conjunto similar de processos é mencionado no NSC (2000), para o qual a investigação envolve a exploração do mundo natural/material e conduz o estudante ao levantamento de perguntas e ao teste de idéias produzidas ou reunidas na busca de uma nova compreensão acerca de um problema ou de algo que desperta sua curiosidade, sua admiração e seu interesse. Uma investigação começa quando o aluno descobre algo que o intriga, o surpreende ou algo que não faz sentido do ponto de vista de suas experiências anteriores e de sua compreensão atual do tema. Ao longo do caminho, o aluno coleta e registra dados, produz representações desses dados e os concebe como resultados da investigação, ao confrontá-los com as questões ou os problemas que deram origem à investigação. Assim, o estudante aprende a usar certos procedimentos e a entender suas funções no contexto de uma investigação.

O NSES, por outro lado, alerta para a idéia de que para fazer e compreender uma investigação escolar, que mereça o rótulo de *científica*, é preciso ir além da aprendizagem de técnicas e procedimentos usados nas ciências, tais como a observação, a inferência e a experimentação. Essa meta inclui esse tipo de aprendizagem, mas requer que os estudantes combinem procedimentos e conhecimentos oriundos das ciências,



enquanto usam sua capacidade de crítica para avaliar o conhecimento que está sendo produzido e sua adequação do ponto de vista da compreensão do tema investigado.

O discurso sobre a importância das atividades investigativas para a aprendizagem das ciências na educação básica também tem destaque no currículo nacional da Inglaterra e País de Gales, pelo menos desde a década de 80. A proposta Curricular Nacional desses dois países do Reino Unido (NCC⁸, 1999) apresenta um programa de estudo para as quatro etapas de ensino da educação básica e para cada etapa identifica quatro áreas da ciência que os alunos devem estudar: i) investigação científica; ii) processos da vida e das coisas vivas; iii) os materiais e suas propriedades; iv) processos físicos. Esse documento destaca, ainda, que o ensino de ciências deve assegurar que o tratamento dado à investigação científica em sala de aula ocorra através de contextos tomados a partir dos estudos sobre os processos de vida e das coisas vivas (conteúdos biológicos), os materiais e suas propriedades (conteúdos químicos) e os processos físicos (normalmente tratados nos currículos da física escolar).

De acordo com Gott e Duggan (1995) o sistema nacional inglês de avaliação instituído em 1985 e baseado em uma série de documentos identificados pela sigla APU⁹, apresentou seis categorias de atividades curriculares de ciências, dentre as quais destacamos as duas mais diretamente relacionadas com a questão da investigação: o planejamento de investigações e o desempenho em investigações¹⁰.

A APU define a investigação como um processo destinado a resolver um problema cuja solução não é óbvia e que, portanto, não pode ser alcançada mediante o uso de uma rotina de métodos conhecidos. A investigação escolar é concebida como um tipo específico de trabalho prático que reúne um conjunto diversificado de processos, conceitos e habilidades e que implica em maior autonomia dos estudantes. Como se pode notar existe aqui pouco avanço em relação a uma definição clara e operacional dos termos *ensino por investigação* ou *aprendizagem por investigação*.

8 National Curriculum Council.

9 A sigla APU se refere a The Assessment of Performance Unit.

10 As outras categorias mencionadas na APU são: (i) interpretação e aplicação; (ii) uso de representações simbólicas; (iii) uso de aparatos e instrumentos de medida; (iv) tarefas de observação.



Embora o termo trabalho prático, no contexto dos documentos da APU, não se restrinja ao trabalho experimental, é digna de nota a observação de Moreira (1998) de que a Proposta Curricular Nacional da Inglaterra e País de Gales apresentou uma modificação significativa em relação às orientações destinadas ao ensino experimental, após a utilização explícita do conceito de investigação na definição das áreas das ciências que os alunos deveriam estudar. Segundo esse autor:

A incorporação, dentro de um currículo nacional, de um objetivo curricular ligado ao ensino experimental significou, por um lado, a consolidação de uma tradição do ensino inglês comprometido com a Ciência como uma atividade envolvida com a descoberta, baseada na experimentação, meio de gerar novos conhecimentos e de compreender aspectos da natureza. Por outro lado, a experimentação deixou de exercer seu papel de contextualização e motivação para a aprendizagem em Ciências. Tornou-se um objetivo curricular, denominado Investigação Científica (...) (p.112)

A exemplo do que revelou nossa análise dos documentos curriculares norte americanos, os documentos que circularam na Inglaterra também reservam uma definição mais clara dos termos *investigação* e *ensino aprendizagem por investigação* às seções que exemplificam as características das atividades investigativas e as ações e processos a serem realizadas por estudantes envolvidos nessas atividades. Assim, por exemplo, no documento NCC, de 1991, citado por Gott e Duggan (1995:129), nós encontramos referência aos seguintes processos:

- conceber questões e levantar hipóteses;
- prever eventos e fenômenos;
- observar, medir e manipular variáveis
- interpretar os resultados e avaliar as evidências científicas.

Os documentos ingleses aos quais tivemos acesso afirmam que o envolvimento das crianças em atividades investigativas lhes permitiria o desenvolvimento de habilidades intelectuais e práticas com as quais eles poderiam explorar e investigar o mundo da ciência e desenvolver uma compreensão dos fenômenos científicos, da natureza das teorias e dos procedimentos da exploração científica. As atividades investigativas deveriam progredir em direção a abordagens progressivamente mais



sistemáticas e quantitativas, com demandas cada vez maiores do ponto de vista da mobilização do conhecimento e da compreensão da ciência.

No Brasil, os documentos oficiais apresentam a investigação como um processo que permite o desenvolvimento de competências desejáveis nos estudantes da educação básica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999) apresentam uma organização das diversas disciplinas curriculares do Ensino Médio em três grandes áreas do conhecimento: (a) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; (b) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; (c) Ciências Humanas e suas Tecnologias. As metas educacionais de todas essas três áreas são organizadas em torno de três conjuntos de competências gerais: (i) Representação e comunicação; (ii) Investigação e compreensão; (iii) Contextualização sócio-cultural. Dentre as competências e habilidades que, a partir desse documento, podemos associar à investigação, destacamos:

Selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados. (BRASIL, 1999, p.21)

Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia. (BRASIL, 1999, p.21)

Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar. (BRASIL, 1999, p.29)

Construir e investigar situações problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões. (BRASIL, 1999, p.29)

Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes. (BRASIL, 1999, p.39)

Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes. (BRASIL, 1999, p.39)

Em outro documento concebido para difundir e operacionalizar os Parâmetros Curriculares Nacionais, e que é conhecido pela sigla PCN+ (BRASIL, 2002), nós



encontramos outros elementos para delimitar os sentidos dos termos *investigação científica* e *ensino aprendizagem por investigação*. De um dos trechos desse documento retiramos a seguinte citação:

O conhecimento do sentido da investigação científica, de seus procedimentos e métodos, assim como a compreensão de que estão associados à continuidade entre eles e os métodos e produção tecnológicos, é algo que se desenvolve em cada uma das disciplinas da área e no seu conjunto. Isso se traduz na realização de medidas, na elaboração de escalas, na construção de modelos representativos e explicativos essenciais para a compreensão de leis naturais e de sínteses teóricas. A distinção entre modelo e realidade, entre interpretação e fenômeno, o domínio dos conceitos de interação e de função, de transformação e conservação, de evolução e identidade, de unidade e diversidade, de equivalência e complementaridade, não são prerrogativas desta ou daquela ciência, são instrumentos gerais, desenvolvidos em todo o aprendizado científico, que promovem, como atributo da cidadania, a competência geral de investigação e compreensão (BRASIL, 2002:25).

Já que assinalamos o caráter relativamente impreciso do uso do termo *investigação* nos documentos norte americanos e ingleses, não podemos nos furtar à tarefa de reiterar e até mesmo acirrar esse veredicto nos documentos nacionais. Na tentativa de produzir um discurso mais geral sobre o conceito de investigação, os PCN + nos apresentam uma redação um tanto confusa do que viria a ser o “conhecimento do sentido da investigação científica”. As disciplinas da área, tomadas separadamente ou em conjunto, teriam como “traduzir” esse sentido em processos ligados à compreensão das idéias e dos procedimentos das ciências, tais como a realização de medidas e a construção de modelos explicativos, ou relacionados à realização de reflexões epistemológicas sobre aspectos do conhecimento científico, tais como a distinção entre modelo e realidade ou entre interpretação e fenômeno. O conhecimento do “sentido da investigação científica” dependeria, ainda, da compreensão das relações dos procedimentos e métodos usados nas ciências com aqueles usados na tecnologia, que marcam as relações entre ciência e tecnologia.

É importante assinalar que o discursos sobre a investigação nos PCN vinculam o termo investigação ao termo compreensão ao fundir esses dois termos em uma mesma expressão usada na designação de um dos três grandes objetivos ou conjuntos de competências a serem perseguidos pela educação escolar. Outra característica distintiva



dos documentos curriculares nacionais é o uso do termo competência para identificar o mesmo tipo de ações e processos que os documentos norte americanos e ingleses associam às atividades investigativas a serem realizadas na escola. O Quadro 4 retirado da página 30 dos PCN + ilustra essa característica:

Quadro 4- Competência: Investigação e Compreensão (BRASIL, 2002:30)

Investigação e compreensão
Estratégias para enfrentamento de situações-problema Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.
Medidas, quantificações, grandezas e escalas Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.
Modelos explicativos e representativos Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.

A análise dos documentos nacionais parece sugerir que a introdução do termo *competência* na identificação de ações e processos relacionados às atividades investigativas não traz nenhuma luz ao problema de caracterizar esse tipo de atividade ou de conceber um modo de disseminar seu uso em sala de aula. Acrescenta-se a isso o fato de que, diferentemente dos documentos ingleses e norte americanos, os documentos nacionais não nos apresentam exemplos desse tipo de atividade ou orientações mais específicas sobre como os professores podem desenvolvê-las na sala de aula.



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

Capítulo III – Ambiente da pesquisa e referencial teórico-metodológico



Este capítulo tem três seções. Na primeira seção iremos situar, do ponto de vista sócio-histórico, o envolvimento do CECIMIG com o tema ensino por investigação. Nessa seção, narramos um pouco da história do surgimento do Curso de Especialização em Ensino de Ciências por investigação dando continuidade a um esforço similar já realizado no capítulo anterior desta tese. Na segunda seção, iremos situar as condições a partir das quais se deu o levantamento dos dados analisados nesta tese, o que nos dará a oportunidade de apresentar os cuidados metodológicos que a autora e os orientadores desta pesquisa foram levados a adotar em função da duplicidade de papéis que assumimos ao atuar, tanto como pesquisadores, quanto como sujeitos da pesquisa.

Na terceira e última seção, apresentamos algumas idéias-chaves da teoria das enunciações de Bakhtin e seu círculo que estão na base das análises dos dados produzidos nesta tese. Além disso, utilizaremos as contribuições de Bruner (1998) para situar uma tensão que acreditamos existir entre duas formas prototípicas do pensamento humano - o pensamento narrativo e o paradigmático - que têm fortes implicações sobre as análises que fizemos dos nossos dados. É a partir de uma perspectiva narrativa que a descrição do ambiente da pesquisa descrita neste capítulo articula-se com a descrição de aspectos da história acadêmica e profissional dos sujeitos desta pesquisa. Tal descrição será realizada no capítulo IV, nosso primeiro capítulo de análise de dados. Os principais sujeitos desta pesquisa são os tutores do ENCI. Dentre as histórias dos colegas tutores encontra-se, também, a minha própria história, pois também atuei como tutora nesse projeto.

III.1- Caracterização do ambiente de realização da pesquisa

O capítulo II desta tese dedicou-se a uma caracterização do cenário sócio-histórico a partir do qual se deu o surgimento do ENCI. O objeto da atual seção, isto é, o esforço de caracterização do ambiente de realização desta pesquisa, traz novas informações e considerações que complementam o que foi dito naquela ocasião.

O CECIMIG, Centro de Ensino de Ciências e Matemática, foi criado em 1965 como uma instituição vinculada ao IBCEC, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura. Em 1987, ele foi assumido pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), tornando-se um centro de extensão e um órgão



complementar dessa Faculdade. O CECIMIG é o único dos Centros de Ensino de Ciências criados à mesma época que se mantém ativo, diferentemente do que ocorreu com os outros cinco, que tiveram encerradas suas atividades por falta de apoio institucional e financeiro (Jacobucci, 2006).

Desde sua inauguração, o CECIMIG desenvolve projetos de formação continuada de professores de ciências. No período de 1991 a 2004, foi oferecido, anualmente, um curso de Especialização em Ensino de Ciências nas modalidades: Ensino de Física, Química e Biologia. Tratava-se de um curso presencial com a duração 360 horas aulas. Em 1994, eu fui aprovada no processo de seleção desse curso e o realizei na condição de aluna, no período de 1995 a 1996, recebendo o título de Especialista em Ensino de Ciências na modalidade Ensino de Física.

Nas últimas edições desse curso, o CECIMIG estava passando por um processo de esvaziamento de suas ações. Vários fatores contribuíram para que isso ocorresse. O número de orientandos por orientador foi limitado, de modo que se tornou inviável para muitos dos colaboradores do CECIMIG orientar monografias do Curso de Especialização, dado que eram também professores e orientadores do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação, acumulando outros encargos didáticos e administrativos na graduação ou nas unidades da Escola de Educação Básica e Profissional da UFMG.

Os encargos docentes dos professores da UFMG aumentaram substancialmente nos últimos anos, devido à falta de concursos para reposição de vagas de professores aposentados. Para agravar a situação, os encargos docentes gerados pelo CECIMIG não eram computados na distribuição geral de encargos dos professores em seus departamentos de origem. Além disso, a escassez de recursos financeiros associada à falta de financiamento de projetos e à decisão do CECIMIG e da Faculdade de Educação em não ofertar cursos pagos, teve como consequência um sucateamento da infra-estrutura de trabalho no CECIMIG, o que serviu para afastar docentes e colaboradores, inviabilizando a re-oferta do Curso de Especialização nos moldes anteriores.



Em novembro de 2004, o CECIMIG concorreu a uma chamada pública do MCT/FINEP – Ciência para Todos-01/2004 – e teve seu projeto de formação continuada aprovado, o que agregou novos colaboradores, trouxe recursos financeiros e deu um novo fôlego para o Centro. Esse projeto foi concebido, de modo a atender as definições do edital, a resgatar a importância do CECIMIG no quadro nacional e a acomodar diferentes concepções dos professores da UFMG interessados em concorrer no edital. Nesse edital, cada universidade poderia concorrer com apenas um projeto. Entre os colaboradores do CECIMIG prevalecia a intenção de retomar o financiamento do Curso de Especialização, mas em moldes distintos do que havia sido feito até então. Na Universidade, havia ainda a demanda por construir competências na educação a distância, o que permitiria ao CECIMIG atender a uma enorme demanda de formação de professores da área de ciências no interior do Estado. O Conselho Diretor do CECIMIG entendeu que a oferta de cursos a distância daria novo alento ao Centro e conduziria à produção de conhecimento em formação de professores de ciências com mediação de recursos de informática, o que de fato ocorreu.

O eixo central do novo projeto de Especialização levou em conta diferentes aspectos do Edital MCT/FINEP: ações de divulgação da ciência, fomento à experimentação no ensino; prioridade de atendimento aos projetos voltados para as regiões geográficas com IDH mais críticos; abrangência em termos numéricos de sujeitos beneficiados; atendimento ao ensino de nível médio.

O Projeto recebeu o nome ENCI - Ensino de Ciências por Investigação – e ficou caracterizado como um projeto de educação a distância (EAD), na perspectiva semi-presencial concretizando-se em um Curso de Especialização. Em sua primeira edição, que foi aquela investigada neste trabalho, o ENCI teve a duração de dois anos, totalizando 360 horas aula e contemplando três modalidades: Ensino de Física, de Química e de Biologia. Nesta primeira edição, o curso atendeu cerca de 200 professores organizados em nove turmas: seis em Belo Horizonte e três em Teófilo Otoni (cidade pólo do Vale do Mucuri, no nordeste de Minas). Cada turma contou com um tutor que a acompanhou desde o início do curso e ficou responsável por mediar a interação dos alunos-professores com todas as disciplinas.



A equipe do CECIMIG responsável pelo ENCI foi formada majoritariamente por professores dos setores de Biologia e Física do Colégio Técnico da UFMG, assim como por professores de Prática de Ensino de Física, de Química e de Biologia da Faculdade de Educação. Como um dos interessados no Projeto era pesquisador do CDTN, este participou em diferentes momentos da concepção e implantação do curso. Na equipe, havia ainda quatro coordenadores do projeto, sendo que dois deles são o orientador e a co-orientadora desta tese, além de nove tutores dentre os quais me incluo, tendo sido responsável pela turma de Física da cidade de Teófilo Otoni.

A exigência instituída para a função de tutor era a de que o candidato tivesse um diploma que correspondesse, no mínimo, ao grau correspondente ao curso em que iria atuar. Apesar disso, todos os tutores selecionados no concurso apresentavam titulação superior àquela exigida sendo, em sua maioria, alunos do programa de pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG, em nível de doutorado e mestrado. Além disso, todos os tutores tinham experiência com formação de professores, além de experiências e conhecimentos assistemáticos sobre atividades investigativas.

As três modalidades do curso possuíram o mesmo elenco de disciplinas, diferindo entre si pelos exemplos de atividades investigativas propostas de modo disciplinar. Ao todo, foram ofertadas doze disciplinas obrigatórias, com a carga horária de 30 horas cada, distribuídas em quatro módulos. Cada disciplina do curso possuía uma parte da carga horária desenvolvida presencialmente ficando a outra parte para ser desenvolvida a distância. As atividades realizadas foram acompanhadas, avaliadas e retornadas aos alunos-professores pelos tutores tanto nos encontros presenciais, quanto por meio de recursos das tecnologias da comunicação e informação.

Por estarem participando de sua primeira experiência em EAD, as turmas de alunos-professores demandaram maior interação presencial. Por razões operacionais, essa demanda foi atendida apenas para as turmas de BH, o que fez aumentar a participação da interação presencial para essas turmas. O aumento dessa forma de interação, em contrapartida, contribuiu para que ajustássemos nossas ações, de modo a suprir também as demandas das turmas de Teófilo Otoni, para as quais foi mantida a proporção de interações presenciais e a distância concebida no projeto original.



A dinâmica de funcionamento do curso envolveu estudos e trabalhos individuais ou em grupos, envio de tarefas via *web*, participação em fóruns e *chats* e encontros presenciais com os professores-tutores. O sistema utilizado para o desenvolvimento do curso foi o Moodle (acrônimo de **M**odular **O**bject **O**riented **D**istance **L**Earning), que é um tipo de Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem em trabalho colaborativo (SGA). Esse sistema foi criado no ano de 2001 e está sendo utilizado em mais de 80 países. Segundo Teodoro e Rocha (2008), algumas das principais razões para essa difusão é o fato do sistema: (i) ser distribuído gratuitamente, sob licença da GNU-GP; (ii) poder ser instalado em diversos ambientes – tais como: Windows, Linux e Unix; (iii) contar com um grupo de desenvolvimento ativo que, em colaboração com os usuários, adaptam essa plataforma para diferentes necessidades. O Moodle está disponível em 40 idiomas e pode ser acessado na web para teste em vários endereços. A comunidade oficial do moodle pode ser encontrada no endereço www.moodle.org.

No primeiro semestre de 2005, os coordenadores e os tutores do ENCI foram convidados a participar de um treinamento de utilização desse sistema, que foi organizado pela UFMG e estendido a todos os órgãos e departamentos interessados em sua utilização. Da equipe do ENCI, participaram desse treinamento a co-orientadora dessa pesquisa, na época diretora do CECIMIG e uma das coordenadoras do curso, além de minha própria pessoa e de outra colega tutora.

O Moodle permitiu o acompanhamento, pelos tutores e coordenadores de disciplina, de todas as ações não presenciais que os professores realizavam em ambiente virtual, embora nem todas as atividades realizadas tivessem caráter avaliativo. Esse sistema também permitiu o atendimento *on-line* e o auxílio em tempo real aos alunos-professores. Os tutores definiam previamente com suas turmas as datas e os horários específicos para esse acompanhamento.

As atividades semanais foram realizadas com base nos estudos individuais e enviadas aos tutores pela *internet*. Isso permitiu que o tutor avaliasse e emitisse comentários para responder a um elenco variado de atividades semanais, incluindo a participação em fóruns temáticos, resenhas e comentários a textos, relatos de



experiências de ensino, relatórios de atividades práticas, proposição de atividades de ensino, entre outras.

A dinâmica de trabalho utilizada no curso envolvia o desenvolvimento de atividades individuais, seguidas por atividades coletivas. Por isso, foram formados grupos de trabalho em que os professores se reuniam em espaços virtuais de convívio e troca, ou mesmo presencialmente, no caso daqueles que são professores de uma mesma escola ou ainda vizinhos. Nesses encontros, as respostas apresentadas eram examinadas e discutidas e, a partir delas, eram elaboradas sínteses coletivas que, por fim, eram enviadas ao tutor da respectiva turma. Essas atividades coletivas eram, então, avaliadas, comentadas e devolvidas pelo tutor ao grupo.

Os encontros presenciais entre tutores e professores foram utilizados para avaliação do processo, planejamento de etapas posteriores, esclarecimentos e orientações sobre atividades realizadas em um dado módulo e realização de algumas atividades investigativas, fossem elas experimentais ou não, ou outros tipos de atividade necessariamente presenciais, como seminários, apresentação de trabalhos, debates e conferências.

As atividades experimentais do curso envolveram materiais simples e de fácil aquisição, que permitiam sua utilização pelos alunos-professores em seus ambientes de trabalho. A intenção era a de que o curso oportunizasse a vivência de uma proposta de ensino viável de ser implementada na realidade de trabalho dos cursistas. Em outras palavras, essas atividades foram concebidas como uma forma de mediação entre as práticas docentes dos cursistas e as concepções de ensino veiculadas pelo curso acerca do currículo, dos propósitos de ensino, das teorias de aprendizagem e de metodologias de ensino de caráter investigativo.

Outras dinâmicas do curso envolveram pesquisas na *internet*, proposição de atividades de ensino, aplicação de atividades de ensino pelos professores com suas turmas da educação básica e posterior socialização das experiências de ensino nos fóruns de discussão.

A avaliação da aprendizagem ou do desempenho docente foi orientada pelo Projeto Pedagógico do Curso, estando, portanto, articulada aos objetivos propostos e à



forma como foram desenvolvidas as atividades, tanto presenciais, como a distância. A avaliação foi conduzida visando:

- a) acompanhar o desempenho de cada professor, de modo a identificar aspectos que demandem maior atenção;
- b) identificar formas de apoiar cada um;
- c) verificar se os objetivos e metas estabelecidas estão sendo alcançados;
- d) obter subsídios para promover mudanças no Curso (CECIMIG, 2005).

Para cada módulo, disciplina ou atividade do Curso, a avaliação consistiu no uso de diferentes recursos, dentre os quais destacamos a auto-avaliação; o acompanhamento sistemático dos professores, que era feito pelos tutores; atividades avaliativas ao final de cada disciplina e provas presenciais ao final de cada módulo.

Semanalmente acontecia no CECIMIG, uma reunião do grupo. Essas reuniões eram dedicadas a estudos, discussão das atividades propostas nas disciplinas, planejamento e avaliação do curso, apresentação de dificuldades vivenciadas com as turmas de cada tutor e busca de soluções coletivas para as mesmas, desenvolvimento de recursos didáticos, dentre outras ações.

Do ponto de vista dos conteúdos e objetivos do curso, maior ênfase foi dada aos aspectos de fundamentação e metodologia de ensino de ciências do que a conteúdos científicos básicos. Os conteúdos científicos foram considerados apenas quando da exemplificação da metodologia de ensino em situações exemplares. A metodologia de ensino preconizada no Projeto ENCI tinha como eixo a investigação, a coordenação entre teorias e evidências, a prática da argumentação, a consideração de certo conjunto de teorias educativas.

Essa ênfase foi concebida quando da escrita do Projeto enviado à FINEP, um empreendimento do qual participaram professores da Faculdade de Educação e do Colégio Técnico da UFMG, todos do Programa de Pós-graduação em Educação dessa Universidade. A escolha dos eixos metodológicos foi resultado da tentativa de busca contemplar objetos de pesquisa e interesse das pessoas envolvidas e, ainda, de uma resposta ao edital da FINEP que enfatizava a disseminação do ensino experimental.

Nessa ocasião, decidiu-se que os temas de pesquisa - acordo entre teorias e evidências, práticas de argumentação, linguagem e cognição em sala de aula,



aproximação entre teorias educativas e práticas docentes, desenvolvimento de habilidades do pensar científico - poderiam ser agrupados sob a denominação genérica “ensino por investigação”, o que atenderia ao apelo do edital FINEP e sua ênfase no ensino experimental. Foi dito, ainda, que essa orientação poderia representar uma possibilidade de adoção de práticas de ensino alternativas pelos alunos-professores, ainda que se reconhecesse que esses profissionais trabalham em escolas com recursos escassos.

Para a realização do curso, utilizou-se de material didático impresso e digitalizado, textos de apoio e orientações para realização de atividades individuais e em grupos, atividades experimentais, estudos de artigos de periódicos e outros. Foram também utilizadas estratégias variadas de ensino e formas diversificadas de avaliação e acompanhamento da aprendizagem, tendo sido ainda disponibilizada uma biblioteca virtual de acesso amplo dos usuários no portal do curso (www.fae.ufmg.br/cecimig/enci).

Todo material produzido para o curso foi disponibilizado nesse site, de acesso restrito aos professores, tutores e coordenadores do curso. Esse mesmo material foi distribuído em cópia impressa e digitalizada em CD para todos. A natureza desses materiais contemplou quatro linhas gerais: i) capacitação de professores para estudos orientados a distância e mediados por tecnologias de informação e comunicação; ii) introdução a metodologias de ensino de ciências por investigação com abordagem comum às ciências da natureza; iii) abordagem de temas contextualizados de ensino de ciências desenvolvidos a partir de conceitos estruturadores do conhecimento físico, químico e biológico; iv) orientação dos professores para desenvolvimento de trabalho de conclusão de curso, na forma de monografia.

A monografia é uma exigência do Curso para obtenção do título de especialista. Parte dos professores apresentou a monografia no segundo semestre de 2007, parte em fevereiro de 2008, período em que a primeira edição do curso foi encerrada oficialmente. Outros, ainda, concluíram as disciplinas do curso, mas não obtiveram o título de especialistas, por não terem concluído suas monografias ou por elas não terem sido aprovadas.



Em 2007, o CECIMIG apresentou ao Ministério de Educação um projeto para o desenvolvimento do ENCI pela Universidade Aberta do Brasil (UAB). Esse projeto foi aprovado e, em 2008, começou a segunda edição do ENCI – UAB. No período de finalização da escrita dessa tese, o CECIMIG estava oferecendo a 3ª edição do curso em quatro localidades no interior do Estado, por meio do sistema UAB: Corinto, Uberaba, Formiga e Confins. Entretanto, a nossa pesquisa se restringe à análise de dados gerados apenas na primeira edição do curso.

Antes de passarmos para a próxima seção, é importante explicitar o modo como os sujeitos dessa pesquisa têm sido e continuarão sendo referenciados neste texto. Serão chamados de coordenadores os professores da universidade que conceberam e coordenaram todas as reuniões da equipe. Os tutores são os professores que ministraram o curso. Os cursistas serão chamados de alunos-professores com a intenção de designar a duplicidade de papéis que nós lhes atribuímos ao considerá-los ora como profissionais da educação e ora como alunos do curso pelo qual fomos responsáveis.

III. 2 - As condições de levantamento dos dados

As reuniões de discussão das disciplinas e de preparação do curso constituíram momentos riquíssimos de formação profissional dos sujeitos envolvidos. Foi durante essas reuniões que percebemos pela primeira vez a natureza polissêmica do termo *ensino por investigação*: um signo com muitos referentes. O sentido que cada um atribuía a esse termo e os objetos a ele relacionados nos pareceram bem diferentes e daí compreendemos que tínhamos um longo caminho a ser percorrido para estabelecer marcos de consenso acerca do significado desse signo.

Por esse motivo, decidimos neste trabalho narrar o caminho percorrido pelo grupo de tutores e coordenadores do ENCI no processo de significação do termo *ensino por investigação*. Dessa forma, o foco dessa pesquisa passou a recair sobre os sentidos do *ensino de ciências por investigação* que circularam no grupo. Minha intenção inicial de pesquisa, conforme projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação, era examinar os sentidos atribuídos pelos alunos-professores ao ensino experimental e



possíveis modificações no modo de conceber essa estratégia de ensino ao longo do curso.

Do ensino experimental eu fui levada ao ensino por investigação, pois, também me senti na obrigação de dizer algo a respeito desse tema por participar como tutora nas discussões da equipe responsável pela execução do ENCI. Decidi, ainda, abandonar a intenção de acompanhar os entendimentos forjados pelos professores, visto que percebi o quanto era dinâmico e instigante o processo de produção de sentidos estabelecido na equipe executora do ENCI. Eram muitas as inquietações e as questões que o tema ensino por investigação evocava na equipe de tutores em sua dupla condição de professores formadores e de sujeitos em formação.

Para nos aproximarmos dessa temática tivemos que pensar sobre algumas questões: 1) Que discursos e sentidos sobre *atividades investigativas* circularam entre os tutores e coordenadores do curso? 2) Que tensões e consensos acerca do termo *investigação* foram se estabelecendo entre esses sujeitos ao longo do curso? 3) Que sentidos podem ser atribuídos ao *ensino de ciências por investigação* no material didático do curso?

Para buscar respostas a essas três questões analisamos: 1º- os materiais didáticos do curso; 2º- os dados gerados através de entrevistas realizadas com os autores das quatro disciplinas que apresentavam como objetivo explícito abordar a discussão de ensino por investigação; 3º- as entrevistas realizadas com os tutores do curso; 4º- a gravação em áudio de uma reunião da equipe de tutores e coordenadores que teve como tema o ensino por investigação; 5º- as entrevistas feitas com alguns alunos-professores; 6º- registros pessoais das reuniões realizadas com coordenação do curso, feitos a partir da perspectiva da duplicidade de papéis que eu vivenciei como pesquisadora e como tutora integrante da equipe executora do ENCI.

Os capítulos de análise de dados foram organizados em função das questões de pesquisa. Foram produzidos dois capítulos de análise bastante articulados entre si. Para responder a primeira e a segunda questão de pesquisa analisamos as entrevistas feitas com os tutores e a gravação de uma reunião do grupo. Para responder a terceira questão analisamos o material didático do curso sob a ótica da teoria das enunciações de Bakhtin



e seu círculo, a partir da qual os textos didáticos foram concebidos como enunciados que integram discursos em íntimo diálogo com outros discursos que circularam, por exemplo, nas entrevistas com os autores das quatro disciplinas e com os tutores do ENCI.

A pesquisa apresentada nesta tese se insere no quadro geral das pesquisas de cunho qualitativo e interpretativo. A literatura que tem abordado o problema da validade das conclusões propostas por pesquisas qualitativas concentra seus esforços na indicação de cuidados metodológicos essenciais que permitiriam, em seu conjunto, atingir resultados e conclusões mais confiáveis, sem com isso negar a subjetividade inerente dos processos de pesquisa. No desenvolvimento da pesquisa, estivemos atentos às recomendações encontradas nesta bibliografia com a intenção de que o conjunto dos dados e análises apresentadas nesta tese sejam avaliados sob a luz dos cuidados que tal bibliografia preconiza.

Uma dessas recomendações diz respeito à necessidade de se procurar maior familiaridade com o ambiente da pesquisa e com os processos em exame. No nosso caso, a objeção poderia ser outra, a de um excesso de envolvimento, uma vez que ocupei simultaneamente a posição de pesquisadora e de sujeito da pesquisa. Do mesmo modo, o orientador e a co-orientadora da pesquisa eram também sujeitos do trabalho a ser investigado, estando comprometidos, portanto, com a história aqui narrada. Procuramos minimizar possíveis comprometimentos que esse envolvimento pudesse causar na validação de nossas interpretações, por meio do modo como o problema de pesquisa foi por nós considerado.

Concebemos o objetivo da pesquisa como sendo o de localizar a multiplicidade de sentidos acerca do signo *ensino por investigação*, bem como identificar as tensões, deslocamentos e convergências produzidas pelo grupo do qual fazíamos parte. Apesar do terreno delicado que sabíamos estar percorrendo e que estava ao fato de que éramos ao mesmo tempo pesquisadores e sujeitos da pesquisa, nós nos sentimos na condição de cumprir nosso objetivo de pesquisa, pois não consideramos em nenhum momento que nossos pontos de vista eram melhores ou de maior validade do que outros que circularam no grupo. O antídoto à parcialidade não foi, portanto, o da isenção ou



afastamento, mas antes o do envolvimento ativo que foi aliado a uma atitude de escuta atenta ao outro, evitando o viés do julgamento de valor que normalmente interfere no processo de escuta.

Nós buscamos na inter-subjetividade alguns modos de estabilização dos sentidos que foram emergindo da análise dos dados para, assim, aumentar a confiabilidade de nossas interpretações e conclusões. Foi a partir dessa estratégia que eu e os dois orientadores de meu trabalho de pesquisa pudemos formar uma equipe que checava internamente as interpretações uns dos outros, sem nunca nos esquecermos do terreno delicado em que nos encontrávamos. Além desse procedimento para introduzir a perspectiva da alteridade nesta pesquisa, nós checamos nossas interpretações acerca do discurso de nossos sujeitos de pesquisa em seminários internos e em consultas a esses sujeitos. O olhar de fora também esteve presente nos momentos de apresentação de resultados parciais do trabalho em encontros de pesquisa.

Ao longo da primeira edição do ENCI, não se estabilizou um sentido para o termo *ensino por investigação*, mas vários. Embora, nessa variabilidade de sujeitos e sentidos não se possa falar de um sentido particular, único e consensual, há, paradoxalmente, consensos formados pela multiplicidade de idéias em disputas e embates. Trata-se, desse modo, de um sentido multicomposicional relativamente estável. Embora essa não seja uma situação absolutamente confortável no campo da pesquisa em educação, é preciso reconhecer que nos estudos orientados por perspectivas lingüísticas é relativamente difícil produzir generalizações e estabilizações de sentidos. Há autores que chegam a dizer da

impossibilidade de atingir generalidade, já que eles (estudos observacionais) mostrariam o que é possível, mas não informariam se os mesmos padrões identificados em casos particulares são gerais. Trata-se mais uma vez da inquietação diante da possibilidade de diversidade, da crença cega na uniformidade da mente em desenvolvimento” (Perroni, 1996 p.25 O método e o dado no estudo da linguagem).

A multiplicidade de sentidos sobre *ensino por investigação* detectada no grupo do ENCI repete de certo modo o que está posto em anos de história sobre a produção do conhecimento científico, bem como nos movimentos curriculares para o ensino dessas ciências na educação formal. Assim, embora a questão da objetividade e da



confiabilidade na área de ciências humanas se coloque de modo diverso daquele encontrado nas práticas culturais das ciências naturais e, dependendo do referencial teórico, nem chegue a ser colocada, a identificação de certas tendências e efeitos de sentido nas enunciações pode ser arrolada como um argumento de confiabilidade de nossa pesquisa.

O modo como eu introduzi os tutores na entrevista realizada para averiguar o que eles entendiam o ensino por investigação e parte dos cuidados que tive nessa ocasião estão explicitados na transcrição editada que se segue:

Nós trabalhamos desde 2005 no ENCI. Quando fomos convidados para trabalhar no curso, os coordenadores já tinham mais ou menos uma coisa pensada, sobre a estrutura e os objetivos do curso. Mas, esse negócio de ensino por investigação não era consenso nem entre a gente, nem entre os proponentes do curso. A gente foi construindo isso ao longo do curso, tanto é que nossas últimas discussões foram riquíssimas e a gente conseguiu chegar mais ou menos em um consenso sobre o que seria o ensino por investigação. A minha intenção nesta entrevista é conhecer um pouco sobre como você chegou nesse curso, se você teve alguma aproximação antes com essa questão da investigação. Gostaria de saber qual era a sua concepção sobre ensino por investigação quando você foi convidada(o) para trabalhar no ENCI e se você observou alguma mudança na sua visão de ensino por investigação do início do curso até hoje. Como é que você discutiu as características do ensino por investigação com os alunos-professores? Como você percebe essa discussão nas disciplinas? Acho que seria legal se você começasse contando um pouquinho de sua trajetória profissional. Mas você começa por onde quiser, do jeito que se sentir mais confortável.

O conjunto das entrevistas com os tutores aconteceu nos últimos meses da primeira edição do curso, com um intervalo de, aproximadamente, dois meses entre o primeiro e o último entrevistado. Durante as entrevistas, quando necessário, retomei alguns pontos da solicitação feita inicialmente e no momento em que os entrevistados fizeram as análises das disciplinas do ENCI eu entreguei a eles as apostilas dos quatro módulos do curso para que eles pudessem folheá-las como suporte à memória. Interessávamos nessa ocasião em perscrutar os sentidos que os entrevistados atribuíam aos textos e atividades inscritos nas apostilas das disciplinas, de modo que os sentidos pessoais não ficassem comprometidos pelo esquecimento do que estava lá proposto.

Para a gravação da entrevista com os autores das disciplinas o procedimento foi semelhante ao adotado com os tutores. Disponibilizei as apostilas do curso a eles e solicitei que falassem sobre os propósitos deles ao escrever aquele material, as razões



que os levaram a escolher o conjunto de atividades propostas, os textos, enfim, toda a organização do material. Cada entrevista foi realizada em um dia diferente em um período de duas semanas.

Para a gravação da reunião do grupo de tutores e coordenadores do ENCI, que teve como tema discutir o ensino por investigação, algumas questões foram inicialmente propostas, com o intuito de servir de orientação para as discussões. Tais questões foram abordadas livremente, como ocorre em geral em reuniões dessa natureza. Diante disso, somente as três primeiras foram efetivamente discutidas. A lista de todas as questões é apresentada a seguir:

1) Que características fazem com que uma atividade de ensino aprendizagem se torne uma atividade investigativa?

2) Das atividades desenvolvidas nas disciplinas do ENCI, quais você considera como um protótipo de atividade investigativa? Por que você as considera como protótipo?

3) Qual o objetivo desse tipo de atividades e o que se ganha ao realizá-las?

4) O que limita o uso desse tipo de atividade em sala de aula?

5) Que competências e habilidades os professores precisam desenvolver para conduzir esse tipo de atividades em sala de aula?

6) Em que medida o ensino por investigação responde às necessidades atuais da educação em ciências nas escolas públicas brasileiras? Qual é a sintonia entre esta proposta e as demandas colocadas pelos professores alunos do ENCI?

O modo como as perguntas foram formuladas já traz indícios das concepções da pesquisadora e dos orientadores desta pesquisa. Em outras palavras, as concepções pessoais que emergiram da revisão bibliográfica e dos encontros de orientação estiveram imiscuídas nas perguntas e orientaram, portanto, o modo de refletir do grupo. Nesse caso, poder-se-ia pensar que o fato do observador alterar o contexto comunicativo tenha forjado um tipo de dado menos representativo do modo de pensar dos sujeitos pesquisados, estando assim a objetividade sob suspeita pelo chamado paradoxo do observador, introduzido pela mecânica quântica. De fato, seria um problema se



estivéssemos interessados em simplesmente identificar modos de pensar como quadros congelados num determinado marco espaço-temporal. Não é o caso, pois em processos formativos o que interessa são os processos e os produtos das interações verbais. Nesse caso, interessa observar e participar do trabalho semiótico de produzir outros sentidos, de deslocar os sujeitos, de movimentar racionalidades.

Processos de formação em grupo e pela prática podem ser entendidos como trabalho semióticos. O movimento permanente de mudanças e a instabilidade de sentidos em espaços sociais de intensa interação verbal é inerente ao desafio de se tomar como objeto de estudo algo diretamente afetado pela própria linguagem enquanto atividade dos sujeitos. Esse é um campo de indeterminações desde sua gênese.

Acompanhei e gravei, ainda, algumas aulas presenciais dos tutores das turmas de ensino de Física, uma aula de avaliação final do curso que ocorreu em uma das turmas de ensino de química e a aula de avaliação final feita em conjunto com as turmas de ensino de física, química e biologia em Teófilo Otoni. Convidei, abertamente, todos os professores, de todas as turmas, para contribuírem com esta pesquisa. Sete deles se prontificaram a dar entrevistas. Realizei as entrevistas, adotando o mesmo procedimento usado com os tutores. Solicitei que contassem um pouco da trajetória acadêmica e profissional, os motivos que os levaram a fazer o ENCI, as dificuldades vivenciadas no curso, bem como as contribuições do curso para a prática docente e o entendimento deles acerca das atividades investigativas.

Como se pode perceber, muitas das questões propostas na reunião do grupo, bem como os acompanhamentos das aulas e as entrevistas realizadas com os alunos-professores ultrapassaram o problema e as questões recortadas nesta pesquisa. Tratam-se, portanto, de dados coletados, mas que não serão aqui analisados. O “desperdício” de dados é algo inerente às pesquisas de cunho qualitativo, uma vez que é muito difícil antecipar, de antemão, como os dados coletados serão efetivamente usados, como serão triangulados e analisados. Nossa exploração dos dados prosseguiu até que sentíssemos que tínhamos certa margem de segurança para discorrer sobre as questões de pesquisa com alguma propriedade.



Parte do material empírico desta tese foi composto por três entrevistas feitas com os autores das disciplinas, com duração de aproximadamente trinta minutos cada, seis entrevistas com os tutores com a duração de mais ou menos quarenta minutos e a gravação de uma reunião da equipe pedagógica com a duração de aproximadamente duas horas. Dois tutores não participaram das entrevistas por razões sobre as quais não iremos nos pronunciar. De posse do material empírico gerado nas gravações em áudio com os tutores e autores de disciplinas deu-se início à produção dos dados. As gravações foram ouvidas, transcritas e lidas várias vezes. Fiz isso tanto sozinha, quanto em colaboração com os orientadores desta pesquisa.

Antes de iniciarmos a coleta de dados através de entrevista, submetemos e tivemos nosso projeto aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa da UFMG. Atendendo aos preceitos da ética na pesquisa com seres humanos, redigimos um termo de consentimento livre e esclarecido (ver anexo 1) que foi devidamente apresentado e autorizado por aqueles que posteriormente participaram das gravações.

Encerrada as transcrições das entrevistas, nós encaminhamos as transcrições para cada entrevistado, para que pudessem fazer correções, complementações ou censuras às passagens que eles não gostariam de tornar públicas. O procedimento de retornar as transcrições aos entrevistados foi orientado por quatro motivos básicos: um deles expressa nossa compreensão de que as situações de entrevistas, principalmente quando gravadas ou filmadas, deixam os sujeitos desconfortáveis quanto àquilo que eles dizem e ao modo como dizem, podendo, ainda, afetar os enunciados produzidos em virtude daquilo que, circunstancialmente, os sujeitos entrevistados acreditam que o pesquisador gostaria de ouvir. No decorrer de uma entrevista, muitas coisas são esquecidas, outras são lembradas, mas não ditas pressupondo o entendimento do outro. O discurso oral tem peculiaridades que o distinguem do discurso escrito. Tais peculiaridades chegam, em alguns casos, até mesmo a comprometer o que se pretendia dizer.

Um dos modos de melhorar os sentidos e dar fluxo à leitura é a edição de falas, mas quando fazemos isso sem consultar os sujeitos que participaram do discurso, numa situação sócio-histórica determinada, corremos o risco de alterar o conteúdo de seus enunciados ao preencher lacunas inerentes a qualquer discurso à revelia do que seus



autores pretendiam dizer. Isso nos remete ao segundo motivo que justifica o procedimento adotado, de caráter ético, uma vez que o modo como se recorta um dado implica em descontextualizar algo que simplesmente não pode ser descontextualizado, contribuindo não só para descaracterizar os enunciados, como para modificar o sentido daquilo que se pretendia dizer.

O terceiro motivo nasce da consideração de que os sujeitos da pesquisa são pessoas para as quais o discurso oral é inexoravelmente imbricado pelo discurso escrito. Por isso, a proposta de dar a eles a oportunidade de modalizar a enunciação oral produzida num contexto determinado por uma avaliação posterior mediada pela escrita aumenta as chances de que esses mesmos sujeitos se reconheçam no discurso. Por fim, é adequado sinalizar que nós não estávamos interessados em apreender aquilo que eles poderiam dizer espontaneamente em uma situação isolada sobre os signos *investigação* e *ensino por investigação*, mas em registrar as concepções mais elaboradas que eles pudessem conceber naquele estágio de seu desenvolvimento pessoal e profissional.

Assim, mesmo que o retorno dos dados aos entrevistados não garanta de todo a ética na pesquisa, pode evitar exposições que o pesquisador não vê de antemão como sendo comprometedoras das subjetividades envolvidas. Além desses cuidados, adotamos outro procedimento que foi o de atribuir outros nomes aos sujeitos envolvidos, visando garantir o sigilo necessário para assegurar a privacidade dos mesmos. Fizemos ainda algumas correções de concordância e exclusão de repetições de marcas do discurso oral, tais como: “ta”, “então”, “né” e “aí” que são marcas do discurso oral, mas não costumam registro no discurso escrito mediado pela norma padrão do português brasileiro.



III.3- Referencial teórico utilizado na análise

Para analisar os dados que construímos, optamos por percorrer as enunciações dos sujeitos, dos discursos que atuaram na equipe executora do ENCI, sem tentar classificá-los, pois, pretendíamos compreender os diferentes modos de conceber a *investigação*, o *ensino por investigação* e as *atividades investigativas*. Sob essa orientação promovemos um diálogo entre as enunciações de modo a preservar a articulação entre o que se diz e o modo como se diz, pois esses são aspectos correlacionados de toda e qualquer enunciação.

Para Bakhtin e seu círculo, a especificidade das ciências humanas está no fato de que o objeto de sua atenção ou interesse é o texto (Barros, 2005, p.26), que pode também ser entendido como discurso. Textos ou discursos são enunciados produzidos por sujeitos que trazem diferentes histórias, lugares sociais e marcas culturais diversos. No caso desta tese, os sujeitos investigados, embora sejam todos oriundos da área de ciências naturais, apresentam histórias diversas e lugares sociais diferentes no grupo. Alguns atuavam como coordenadores do curso de especialização, outros são autores dos textos didáticos nele utilizados, outros, ainda, atuaram como tutores, ocupando o lugar de alunos ou ex-alunos de pós-graduação. Daí, nossa opção de tomar a linguagem e, mais especificamente, as enunciações desses sujeitos, como base de nosso processo de produção e análise de dados.

Bakhtin (1997) considera a linguagem como uma criação coletiva, integrante de um diálogo cumulativo entre o “eu” e o “outro”, entre muitos “eus” e muitos “outros”. A linguagem é compreendida a partir de sua natureza sócio-histórica, ou seja, *as palavras são tecidas a partir de uma multidão de fios ideológicos e servem de trama a todas as relações sociais em todos os domínios* (Bakhtin, 1997a: 41). O mesmo autor nos diz que:

Na realidade, não são palavras o que pronunciamos ou que escutamos, mas verdades ou mentiras, coisas boas ou más, importantes ou triviais, agradáveis ou desagradáveis, etc. A palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial. É assim que compreendemos as palavras e somente reagimos àquelas que despertam em nós ressonâncias ideológicas e concernentes a vida. (Bakhtin/Volochinov, 1997a:195)

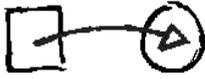


Nessa direção, acreditamos que os sentidos atribuídos aos termos *investigação e ensino por investigação* não estão somente nas palavras pronunciadas pelos autores de disciplina, coordenadores e tutores, mas na relação com o contexto em que essas enunciações foram sendo produzidas. As palavras ditas estão marcadas pelo lugar que esses sujeitos ocupam, pelas relações de poder estabelecidas entre eles, pelas expectativas produzidas entre esses interlocutores em virtude do que se espera que seja dito, do já dito, do não dito, assim como do que deveria ter sido dito (Lima, 2003).

Os sentidos não são dados a priori, eles são construídos na dinâmica interlocutiva. De acordo com Bakhtin (1997), a enunciação não pode ser compreendida sem se levar em consideração as condições dos sujeitos que falam. A enunciação é de natureza social, produto da interação entre indivíduos socialmente organizados. Uma enunciação completa é constituída de significação e sentido. Esses dois elementos integram-se para formar um todo.

A significação é a parte geral e abstrata da palavra. É o conceito que está no dicionário, sendo apenas em parte responsável pela compreensão estabelecida entre os falantes. Já o sentido é construído na compreensão ativa e responsiva, sendo aquilo que estabelece a ligação entre os interlocutores, entre seus modos de pensar. O sentido da enunciação não está radicado no indivíduo, nem na palavra e nem nos interlocutores. Ele está no efeito que a interação estabelece entre quem enuncia e quem escuta. A interação constitui, assim, o veículo principal da produção de sentidos. Por isso, para compreender uma enunciação é necessário entender que ela acontece sempre em uma interação discursiva, isto é, ela ocorre entre sujeitos marcados ideologicamente e constituídos de modo singular a partir das experiências que viveram e das crenças que foram colecionando, guardando, revendo, descartando.

Segundo Bakhtin, a verdadeira substância da língua é constituída *pelo fenômeno social da interação verbal, realizada por meio da enunciação ou das enunciações. A interação verbal constitui assim a realidade fundamental da língua* (Bakhtin, 1997a:123). A palavra se constitui pelo produto da interação do locutor e do interlocutor, pois ela procede de alguém e se dirige para alguém. *A palavra é uma espécie de ponte lançada entre mim e os outros. Se ela se apóia sobre mim numa*



extremidade, na outra se apóia sobre o meu interlocutor. A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor (Bakhtin, *ibidem*, pág.113).

O diálogo entre interlocutores é o princípio básico da linguagem, pois é na relação entre sujeitos (entre interlocutores que interagem) e dos sujeitos com a sociedade que se negociam sentidos, consolidam-se os significados sociais das palavras e constituem-se os próprios sujeitos, que são sempre históricos, datados e localizados socialmente.

Para Bakhtin, o dialogismo constitui a linguagem e é a condição do sentido do discurso. É o diálogo permanente entre os diversos discursos que configura uma sociedade, uma comunidade, uma cultura. O discurso, desse modo, não é individual, pois se constrói tanto entre dois ou mais interlocutores, quanto em um diálogo entre discursos. É, portanto, uma “formação híbrida” (Bakhtin, 1998, p.79)

Todo e qualquer discurso é dialógico porque toda palavra ou enunciado responde a enunciados prévios e antecipa a resposta de outros, o que pode ser entendido como compreensão respondente (Bakhtin, 1997b, p.94). Por isso, o que cada sujeito desta pesquisa produziu como discurso, por exemplo, durante as entrevistas, esteve circunstanciado pelo discurso da entrevistadora, do que eles sabiam sobre o grupo, das singularidades da condição de estarem produzindo um discurso para uma tese, bem como dos diversos sentidos dos termos usados no campo das ciências.

Exemplos da influência dos discursos da entrevistadora nas respostas que os membros do grupo acabaram por fornecer estão nas perguntas que motivaram a discussão em uma das reuniões: *Que características fazem com que uma atividade de ensino aprendizagem se torne uma atividade investigativa? Das atividades desenvolvidas nas disciplinas do ENCI, quais são aquelas que você considera como um protótipo de atividade investigativa?* Nesses casos, nota-se que, para a entrevistadora, uma atividade não é em si investigativa, podendo ou não adequar-se a esse enquadramento em função das características que ela vier a adquirir. Do mesmo modo, a pesquisadora insinua em seu modo de perguntar que nem todas as atividades desenvolvidas no curso poderiam ser chamadas de investigativas.



Além dos aspectos já mencionados, Bakhtin nos ajuda a compreender o papel da interação verbal entre sujeitos que atribuem sentidos diferentes a um mesmo termo na produção ou no deslocamento dos sentidos postos. Segundo Fontana (2006):

O processo de produção do sentido faz-se num jogo de confrontação permanente: forças de estabilização e controle confrontam-se com forças de dispersão e ruptura, numa tensão irreduzível. A dominância de um sentido sobre os outros é produzida nas condições da enunciação. Os lugares sociais ocupados por aqueles que tomam a palavra, e os “modos” como o fazem, da mesma maneira que os lugares sociais, a partir dos quais se apreendem e elaboram as palavras do outro, são constitutivos dos sentidos produzidos e da sua aceitabilidade ou não. (Fontana, 1996:26)

De acordo com Bakhtin, toda enunciação é sempre mediada por signos socialmente estabelecidos e, por isso, influenciada por diferentes ideologias, o que leva esse autor a concluir que todo signo é ideológico. Bakhtin utiliza o termo signo no sentido convencional da palavra, concebendo-o como um objeto que nos remete a outros objetos. Nessa perspectiva, os signos são fragmentos da realidade e, ao mesmo tempo em que refletem um determinado modo de conceber e significar essa realidade, também refratam qualquer outra forma de entendê-la.

Um signo sempre aponta para outro, isto é, pertence a um sistema de signos e também depende do significado dos signos do mesmo sistema, quanto contribui para que novos signos sejam produzidos. No processo de compreensão – concebido como encontro entre projetos de dizer – ocorre uma reestruturação das relações entre os signos e os objetos aos quais eles se referem, a partir de pontos de vista manifestos pelos sujeitos em interação. Dessa forma, os signos agregam novos valores, provocando uma constante transformação dialética nos modos de ver os objetos e nos modos dos próprios sujeitos pensarem e se posicionarem frente aos mesmos.

Essa perspectiva nos permite pensar o termo *ensino por investigação* como um signo, desde que tal termo seja concebido como um elemento de um discurso cuja significação é essencialmente ideológica e esteja marcada pelas práticas de formação dos professores, tutores e coordenadores. Segundo as palavras de Bakhtin, *tudo que é ideológico possui um significado e remete a algo situado fora de si mesmo. Em outros*



termos, tudo que é ideológico é signo. Sem signos não existe ideologia. (BAKHTIN, 1997a, 31).

Todo signo deve ser contextualizado para ganhar significado. O signo carregado de significação ideológica não só está sujeito a critérios de avaliação do meio ideológico, como pode ser entendido de acordo com necessidades contextuais dos interlocutores.

Bakhtin (1997a) ressalta:

Cada signo ideológico é não apenas um reflexo, uma sombra da realidade, mas também um fragmento material dessa realidade. Todo fenômeno que funciona como signo ideológico tem uma encarnação material, seja como som, como massa física, como cor, como movimento do corpo ou como outra coisa qualquer. (Bakhtin 1997a, p. 33)

A expressão *Ensino de Ciências por Investigação* é um signo que remete ao nome de um projeto de formação de professores no nível da especialização, mas também à idéia de uma prática pedagógica informada pela pesquisa em educação, a uma estratégia de ensino, aos artefatos concebidos no seio dessa estratégia e a outros tantos objetos. Além disso, essa expressão deu origem à logomarca Enci, outro signo, que se tornou um objeto com identidade visual, uma logomarca específica, utilizada para identificar apostilas e páginas da internet, além de uma coleção de livros e outros objetos. A coisificação do ENCI deu-se entre a exterioridade do signo – aquilo que ele passa a ser para os outros - e a multiplicidade dos objetos que ele encerra em seu interior como logomarca, mas também como objeto de estudo e diálogo entre os sujeitos do grupo.

Do ponto de vista bakhtiniano, nenhum signo tem sentido fixo, é sempre instável frente às condições de enunciação, de maneira que somente no interior delas é que se definem e que se negociam os sentidos. Dessa forma, podemos dizer que dentro do grupo há uma grande variedade de sentidos que remetem ao signo *ensino por investigação*. Contudo, essas variações nos sentidos, entendidas a partir do conceito de polissemia, não decorrem de uma autêntica polifonia, assim como a define Bakhtin (1997c), ao discutir *Problemas da poética de Dostoiévski*. Essa distinção nos será útil para analisar e compreender as tensões e os conflitos no grupo.



Para Bakhtin (1997c), a autêntica polifonia representa as várias vozes que podem ser percebidas no discurso de um enunciador e envolve os conceitos de realidade em formação, inconclusibilidade, não acabamento e dialogismo. Ela se define pela convivência e pela interação, em um mesmo espaço-tempo, de uma multiplicidade de vozes e consciências independentes e imiscíveis, que envolve uma relação de plena igualdade entre os sujeitos em meio a uma multiplicidade de vozes e consciências em um determinado universo, o que ele chama de vozes plenivalentes e consciências eqüipolentes. Segundo suas próprias palavras:

As vozes plenivalentes são vozes plenas de valor, que mantém com outras vozes do discurso, uma relação de absoluta igualdade como participantes do grande diálogo [...].

Consciências eqüipolentes são consciências e vozes que participam do diálogo com as outras vozes em pé de absoluta igualdade; não objetificam, isto é, não perdem o seu SER enquanto vozes e consciências autônomas. (Bakhtin, 1997c: 4).

De acordo como conceito de polifonia, no fenômeno da linguagem não há propriedade, isto é, tudo é compartilhado. As expressões de que um enunciador faz uso em um dado momento já foram “habitadas” pelas enunciações dos outros, de modo que quando usamos qualquer expressão trazemos também na nossa própria voz as vozes dos outros. Trata-se da dependência de todo o enunciado da história de uso das expressões que o constituem. Nenhuma fala ou discurso é produzido somente pelo locutor: há vozes em sua fala, vozes que são orquestradas polifonicamente no discurso que ele profere. É a partir desse fenômeno que Bakhtin vai cunhar um sentido mais técnico para a expressão polifonia, isto é, a presença de duas ou mais vozes numa mesma expressão, vozes que são eqüipolentes e independentes. Polifonia, portanto, é a presença de vozes no enunciado.

Do ponto de vista do que se passou no grupo do ENCI não podemos considerar as vozes como plenivalentes e nem as consciências como eqüipotentes. Esta afirmativa é uma consequência das posições hierárquicas que os atores do ENCI ocupavam dentro do grupo. O fato de esses sujeitos ocuparem lugares definidos na hierarquia do grupo não significa, por outro lado, que aqueles que ocupavam lugares correspondentes na



hierarquia tinham, necessariamente, posturas semelhantes entre si. Como iremos mostrar no próximo capítulo, que as histórias desses sujeitos são muito diferentes, ainda que todos tenham tido sua formação inicial nas ciências naturais.

No grupo do ENCI, as posições hierárquicas eram delimitadas pelas posições associadas às funções de coordenação e tutoria. Ainda assim, dentro do grupo de coordenadores, alguns indivíduos aparentemente se sentiam mais autorizados do que outros, para falar sobre ensino por investigação. Em respeito aos ritos acadêmicos, estabeleceram-se distinções internas que contribuíram para a designação de dois coordenadores como autores de disciplinas mais especificamente voltadas para a apresentação de sentidos para o termo *ensino por investigação*. Um desses coordenadores, cujo nome fictício é Rogério, havia sido coordenador de um projeto de pesquisa denominado “inovar-currículos: desenvolvendo o pensar e o pensamento científicos”. Esse projeto envolvia a avaliação de atividades investigativas baseadas na utilização de experimentos com roteiros pouco estruturados e que utilizavam uma tecnologia para coleta automática de dados por meio de sensores de movimento, de temperatura, dentre outros. Outra coordenadora, doravante denominada Sandra, fez doutorado nos Estados Unidos, onde teve a oportunidade de participar de um grupo de pesquisa que desenvolveu um programa de computador voltado para a formação de professor da educação básica, cujo foco recaía em uma abordagem de ensino por investigação, conforme relatado por Sandra em situação de entrevista.

Os demais coordenadores não tinham sua formação marcada pela tradição anglo-saxônica. Isso possivelmente explica a multiplicidade de vozes e sentidos que circulou mesmo entre os coordenadores, em função das diferentes acentuações valorativas que estiveram, por sua vez, vinculadas a ideologias, tal como concebidas por Bakhtin. Com maior razão se explica a polifonia no grupo como um todo, uma vez que os tutores, apesar de terem alguma enunciação própria nessa discussão, seja a partir da experiência de sala de aula ou da participação em grupos de pesquisa, se sentiram menos autorizados a dizer sobre esse assunto. Em última instância nós, tutores, éramos responsáveis por dizer aos professores o que era ensino por investigação, não a partir



unicamente de nossas próprias perspectivas, mas também como representantes do discurso dos outros, os coordenadores.

Esse conjunto de vozes com valorações diferentes, marcadas ideologicamente, podem ser associadas ao conceito de plurilinguismo, porque elas nada têm de eqüipolentes e, também, não podem ser entendidas como expressões de consciências eqüipotentes. Segundo Geraldi (2009), o plurilinguismo está próximo da polissemia, mas ao longo da obra de Bakhtin os conceitos sempre adquirem novos matizes. O plurilinguismo inclui não só os diferentes sentidos atribuídos a um dado signo (polissemia) e às diferentes vozes que o enunciam (polifonia), mas também às diferentes acentuações valorativas que, por sua vez, vinculam-se às ideologias (plurilinguismo).

Existe uma perspectiva de pluralidade associada ao termo ensino por investigação que não pode ser completamente compreendida por meio das considerações anteriores derivadas da teoria das enunciações de Bakhtin e seu círculo. Nós já a assinalamos no capítulo anterior desta tese quando indicamos a ausência de definições operacionais e de sentidos suficientemente estabilizados para o termo em questão no contexto da literatura que tem tratado dessa abordagem de ensino de ciências. Citando autores como Anderson (2002), dissemos naquela ocasião que não existe na literatura a indicação de um conjunto consensual de características distintivas que estejam presentes apenas em atividades de cunho investigativo e completamente ausentes em outros tipos de atividade, do mesmo modo que não existem características completamente ausentes nas atividades investigativas que estejam, todavia, presentes nas outras. Em certa medida, a dificuldade na identificação do ensino por investigação que se encontra por essa via nos lembra as dificuldades de caracterização da natureza das ciências que foram explicitadas, por exemplo, nos debates sobre esse tema que ocorreram no seminário organizado por Lakatos e Musgrave (1971). Naquela ocasião, autores como Paul Feyereabend chegaram a ridicularizar certas características atribuídas às ciências por Tomas S. Kuhn dizendo que ladrões de banco adotavam todos os procedimentos mencionados.



Também no capítulo II, assinalamos o fato de que as melhores caracterizações de *ensino por investigação* encontradas na literatura decorrem da apresentação de exemplos de atividades e situações nas quais tal abordagem ocorre ou poderia ocorrer. Esses exemplos correspondem ao que Pierce (1975) chama de réplicas de um signo, ao afirmar que o processo de significação de um signo de caráter geral ocorre a cada vez que o mesmo se manifesta em uma situação particular. Acreditamos, ainda, que a dependência da caracterização de *ensino por investigação* da apresentação de exemplos particulares decorra do fato de que esse conceito encontra-se, ao menos circunstancialmente, mais adaptado ao que Bruner (1998) chama de pensamento narrativo em contraposição àquilo que ele identifica como sendo pensamento paradigmático.

Para este autor, esses dois tipos de pensamento correspondem a dois modos distintos de funcionamento cognitivo, que implicam em diferentes maneiras de ordenamento da experiência. Eles têm princípios operativos próprios, seus próprios critérios de boa formação e de verificação. Assim, um bom argumento possui um estatuto que é completamente diferente daquele encontrado em uma boa história. O argumento baseia-se em princípios gerais e abstratos e precisa ser logicamente bem estruturado para poder convencer. Convince em função de sua veracidade, enquanto a história convencerá se for bem forjada, algo que se decide ao se avaliar se ela é semelhante à vida. O argumento depende do reconhecimento de que é legítimo se abstrair das particularidades de contextos determinados para se atingir algo cuja validade é geral. A diferença no modo como o critério de verdade se aplica a esses dois modos do pensamento humano nos lembra o diálogo entre dois personagens citados por Larrosa (1999) no qual se coloca o problema do que é a verdade:

A verdade é a verdade, diga-a Agamenon ou seu porqueiro.

Agamenon: De acordo

O porqueiro: Não me convence

(Larrosa, J. 1999:189)

Bruner (1998) utiliza uma metáfora topológica para diferenciar essas duas formas de pensamento ao nos dizer que no pensamento paradigmático nos movemos de cima para baixo, do geral para o particular, concebendo cada contexto como mera réplica de algo geral. Isso é diferente do que ocorre no pensamento narrativo, quando



nos movemos de baixo para cima, sem ignorar a existência de instâncias gerais, mas preocupados em compreender o particular, o circunstanciado.

O pensamento narrativo nos dota de certa desconfiança em relação a toda e qualquer generalização e nos ensina a ter cuidados que nos ajudam a evitar as generalizações apressadas. O pensamento paradigmático nos orienta para promover aprendizagens que possam ser transferidas de um contexto para outros, permitindo-nos antecipar ao movimento do real e nos situarmos diante dele. É nesse sentido que podemos dizer que essas duas formas de pensamento são complementares, embora sejam também irredutíveis uma à outra.

O modo paradigmático nos leva a ignorar as histórias quando acreditamos que elas possam ser substituídas por relações causais. Aplicado indistintamente aos fenômenos educacionais pode nos fazer menos sensíveis à dimensão do humano e dos sujeitos sócio-históricos que interagem em uma situação particular que pode ser, justamente, aquela que desejamos compreender. No caso da pesquisa da educação, pode levar inclusive a empobrecermos os resultados de uma investigação por acreditarmos que eles não se adéquam aos critérios de generalidade e objetividade, em alguma medida associados às práticas culturais das ciências naturais.

Algo essencialmente relacionado à tensão entre essas duas formas do pensamento humano é a celeuma entre a identificação da educação como ciência ou como arte. Isso nos leva a uma reflexão sobre se devemos reduzir a educação a princípios gerais para antecipar os problemas inerentes aos fenômenos educacionais ou se devemos entender que cada um desses fenômenos é particular e único, podendo se aproximar ou se afastar de outros apenas em função de suas características particulares e circunstanciais.



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

Capítulo IV- Sentidos sobre Ensino Por Investigação



Neste capítulo, apresentaremos um mapeamento dos sentidos do termo ensino por investigação que circularam no grupo. Para isso, traremos informações obtidas em entrevistas realizadas com os tutores e com os autores das disciplinas que abordaram mais diretamente o ensino por investigação. Faremos, ainda, uma análise dos sentidos presentes no material didático utilizado nessas disciplinas e nas atividades que elas propõem.

A análise das entrevistas com os tutores será realizada mediante o cotejamento de informações sobre as trajetórias profissionais e acadêmicas desses sujeitos. Conhecer um pouco da história de cada tutor nos auxiliou na análise do modo como eles concebiam inicialmente o ensino por investigação e os pontos de vista que eles manifestaram durante as entrevistas.

IV.1 - Sentidos presentes no material didático do curso

Começaremos essa seção apresentando uma breve caracterização das disciplinas do ENCI. Na subseção seguinte, discutiremos o conceito de propósitos pedagógicos para, em seguida, identificar os propósitos das disciplinas que trataram de modo mais direto do tema *ensino por investigação*. Isso nos ajudará a fazer o mapeamento dos sentidos de ensino por investigação que circularam no curso. Construiremos nossos dados ao articular as informações obtidas a partir das entrevistas realizadas com autores das disciplinas, com aquelas que se originam da análise dos objetivos declarados nos materiais impressos e das atividades desenvolvidas nas disciplinas. Depois disso, estabeleceremos um diálogo entre esses dados e aqueles fornecidos pelos tutores em entrevistas.



IV.1.1- Uma breve caracterização das disciplinas do ENCI

O curso constituiu-se de doze disciplinas organizadas em quatro unidades modulares. O Módulo 1 foi composto pelas disciplinas: ITIC – Introdução às Tecnologias da Informação e Comunicação; DPEC I – Desenvolvimento de Projetos em Ensino de Ciências I; IECN – Introdução ao Ensino de Ciências Naturais.

O Módulo II, pelas disciplinas: DPEC II – Desenvolvimento de Projetos em Ensino de Ciências II; ENCI B – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas B; CTS I – Ensino de Ciências na Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. O

Módulo III, pelas disciplinas: DPEC III – Desenvolvimento de Projetos em Ensino de Ciências III; FEC – Formação de Evolução de Conceitos; ENCI A – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas A.

O Módulo IV, pelas disciplinas: CTS II – Ensino de Ciências na Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade; ENCI C - Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas A; ENCI D – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas D.

O primeiro módulo foi escrito antes do curso começar. Já os demais módulos foram escritos com o curso em andamento, de maneira que, ao longo do desenvolvimento do Módulo I, estava sendo produzido o Módulo II e assim sucessivamente. Com isso, os problemas e as dificuldades vivenciadas, bem como, as coisas que deram certo em cada módulo, serviram como parâmetro para a elaboração dos módulos seguintes.

Os professores responsáveis pela elaboração do material didático do curso eram da própria UFMG. As ementas dessas disciplinas estão apresentadas no anexo 2.

A disciplina ITIC inaugurou as atividades do ENCI. Nela os professores foram levados a explorar as ferramentas de educação a distância, que deram suporte a todo o desenvolvimento do curso. Além de aspectos específicos do curso, as atividades buscavam colocar os alunos em contato com os colegas do curso e com os professores. As atividades dessa disciplina foram organizadas em seis aulas com o propósito de auxiliar os alunos-professores a navegarem no site do ENCI e a realizarem, com êxito, as tarefas propostas, tais como elaborar resenhas, fazer estudo de textos, pesquisar



certos temas na internet, participar do fórum de discussão, testar um experimento, desenvolver um projeto pessoal de investigação, dentre outras.

A disciplina DPEC I, segunda disciplina do curso, foi constituída por atividades de pesquisa bibliográfica, fichamento e discussão de textos da área de pesquisa em ensino de ciências. O principal objetivo dessa disciplina foi levar o aluno-professor a conhecer algumas linhas de pesquisa na área de ciências, para que ele começasse a refletir sobre o assunto que gostaria de pesquisar durante a elaboração do trabalho monográfico de conclusão de curso (TCC). A avaliação dessa disciplina considerou os seguintes elementos: realização das atividades desenvolvidas, produção de textos sob demanda, participação nas atividades de discussão presenciais e a distância, auto-avaliação e avaliação final presencial.

A disciplina IECN foi a terceira a ser ofertada e a última que pertencia ao primeiro módulo. Segundo seus autores, o ponto alto dessa disciplina é a discussão do papel do Ensino de Ciências e seus principais elementos. Ela apresentou como objetivos, ampliar a argumentação sobre os sentidos do ensino de ciências na educação básica, promover uma reflexão sobre a prática docente, reconhecer os aspectos que determinam as possibilidades de construção de currículos em ciências, construir sentidos para “ensino de ciências por investigação”, caracterizar o que são atividades investigativas no ensino de ciências e examinar as vantagens, limites e dificuldades de uma proposta de ensino de ciências por investigação.

A disciplina DEPEC II foi a primeira disciplina do módulo II e seu objetivo não foi somente dar continuidade ao estudo iniciado na DPEC I, mas também propiciar momentos de reflexão para os professores começarem a produzir o texto monográfico que faria parte do trabalho de conclusão do curso. Foi uma disciplina que demandou muita leitura, tempo para reflexão e produção escrita. Por esse motivo, ela foi desenvolvida ao longo de todo o módulo II paralelamente a outras disciplinas. Nas primeiras semanas ela se desenvolveu simultaneamente com a disciplina ENCI A e nas semanas seguintes concomitantemente a CTS I.

A disciplina ENCI A apresentou como meta trabalhar com a elaboração e planejamento de experimentos e de investigações relacionados à Física, Química ou



Biologia, bem como a análise de planos de investigação e de casos históricos. Foi uma disciplina mais direcionada para o ensino de ciências na sala de aula.

A disciplina CTS I destacou como objetivos, apresentar uma abordagem curricular orientada pelo movimento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente); analisar casos exemplares extraídos da história da ciência, visando discutir a relação entre ciência, tecnologia e sociedade; apresentar atividades investigativas com objetivo de ilustrar modos de discutir em sala de aula o processo de construção do conhecimento científico; fomentar a participação dos docentes em fóruns sociais de discussão e em debates coletivos promovendo o exercício da cidadania; socializar as experiências pessoais que visam a formação para a crítica, argumentada e responsável.

No material didático dessa disciplina também foram destacadas metas para formação docente, tais como: instrumentalizar o professor para o debate sobre o movimento CTSA; explicitar diferentes opções curriculares e suas conseqüências para o trabalho docente e para a formação dos estudantes; promover uma revisão crítica sobre o desenvolvimento científico e tecnológico na qualidade de vida, pessoal, coletiva e ambiental; disponibilizar atividades e textos exemplares para o ensino na educação básica e para a reflexão sobre o quê e como ensinar; socializar bibliografias na área.

A disciplina DPEC III apresentou como principal objetivo auxiliar o professor no trabalho de monografia, mais especificamente na coleta de dados. As atividades propostas na disciplina pretendiam favorecer o desenvolvimento de habilidades de investigação da própria prática e, paralelamente, contribuir para o processo de produção da monografia de final de curso.

A disciplina FEC teve como objetivo central promover uma melhor fundamentação teórica das estratégias de ensino que adotamos em diferentes situações de sala de aula. Isso foi feito mediante referências a pesquisas no campo da educação em ciências que investigam o modo como se constroem conhecimentos em sala de aula a partir da perspectiva da formação de conceitos. Para isso, foram feitas referências a idéias extraídas das obras de partida Piaget, Vygotsky e Bakhtin e dos pesquisadores de nosso campo que utilizam esses três autores em suas referências.



Os objetivos destacados para essa disciplina foram: promover a vivência de seqüências didáticas de ensino construídas com propósitos explícitos de investir na formação e evolução de conceitos da ciência escolar (Biologia, Física, Química); colocar o professor em contato com uma diversidade de estratégias de ensino comprometidas com uma aprendizagem efetiva de conceitos científicos; colocar o professor em contato com algumas perspectivas teóricas e autores do campo da educação que têm contribuído para a pesquisa em educação em ciências no que se refere à formação e evolução de conceitos; promover uma reflexão acerca dos modos como ensinamos conceitos tomando como referência a perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e Bakhtin, além de algumas contribuições do construtivismo piagetiano.

Na disciplina ENCI B os professores vivenciaram algumas atividades de natureza investigativa. Tais atividades foram selecionadas para representar a diversidade de formas que a investigação pode assumir em aulas de ciências, e, ao mesmo tempo, destacar aspectos essenciais ao ensino por investigação. O intuito não foi o de defender uma visão única e fechada de ensino por investigação. Ao contrário, a pretensão foi levar os professores a refletirem sobre até que ponto aspectos de uma abordagem investigativa no ensino contribui para a aprendizagem de ciências de seus estudantes.

O quarto e último módulo do curso foi composto por apenas duas disciplinas: a CTS II e a ENCI C. Inicialmente, estavam previstos para esse módulo três disciplinas como nos outros, que seriam a CTS II, a ENCI C e a ENCI D. Entretanto, em virtude da falta de tempo para a finalização das duas disciplinas ENCI, elas foram reunidas em apenas uma, que redimensionada, ocupou o tempo de doze semanas.

Os principais objetivos destacados para a disciplina CTS II foram: dar continuidade à discussão curricular em uma abordagem orientada pelo movimento CTSA; resgatar a história da energia nuclear no Brasil e no mundo; retomar alguns conceitos básicos que fundamentam a tecnologia de processamento de radiação; conhecer como a irradiação ajuda a salvar vidas, a manter a saúde e a proteger o ambiente; oportunizar a participação docente nos fóruns sociais de discussão e formação para a cidadania, visando à formação para a crítica, argumentada e responsável.



Na disciplina ENCI C deu-se continuidade às discussões iniciadas na disciplina ENCI B, e os professores foram levados vivenciaram outras formas atividades de natureza investigativa.

IV.1.2 – Os propósitos pedagógicos e os objetivos das disciplinas que tratam do tema ensino por investigação

Identificar os propósitos das disciplinas é importante para compreendermos as perspectivas de ensino por investigação que circularam nos materiais do curso. Os propósitos e objetivos não são termos evidentes que se explicam por si mesmos. Segundo Dewey (1971), a formação de um propósito é uma operação intelectual mais complexa do que pode parecer, à primeira vista. Para esse autor, tal operação envolve:

- 1) observação das condições e circunstância ambientais;
- 2) conhecimento do que aconteceu em situações similares no passado, conhecimento obtido, em parte, pela lembrança e, em parte, pela informação, aviso de cuidado dos que tiveram maiores e mais amplas experiências; e 3) julgamento ou juízo, ou seja, a operação pela qual juntamos o que observamos e o que recordamos e concluímos sobre o que significa toda a situação, para podermos tomar, então, o propósito de ação.

Considerando o ambiente de sala de aula, partimos da premissa de que os *propósitos pedagógicos* referem-se às razões que levaram o professor a incluir uma determinada atividade em um material de ensino e a organizá-lo de um modo específico, adequando-o ao tempo e à unidade de trabalho e, finalmente, incluindo-o no planejamento para obter um determinado resultado de aprendizagem. Por outro lado, entendemos *objetivo* como meta ou fim mais imediato e específico, que determina o que será feito em uma atividade particular. Assim, objetivo refere-se às aprendizagens específicas que se pretendem promover com a atividade, enquanto propósito pedagógico está ligado à formação que se pretende que os estudantes alcancem a médio e longo prazo do curso. Outra diferença entre o modo como compreendemos esses dois conceitos é que os objetivos são mais próximos à consciência do que os propósitos, embora, às vezes, permanecem implícitos no discurso do professor. É exatamente por isso que os objetivos são mais facilmente declaráveis verbalmente ou por escrito. Em contrapartida, os propósitos tendem a ser preferencialmente implícitos ou tácitos e, por essa razão, são mais difíceis de serem recuperados pela consciência. Em geral, não



conseguimos explicitar de forma clara, verbalmente ou por escrito, nossos propósitos para um curso e mesmo fornecendo todas as indicações de objetivos, ainda corremos o risco de sermos superficiais e gerais no que se refere aos propósitos ou intencionalidades formativas mais amplas.

Simon (1999) declara que o trabalho de desenvolvimento de material didático pode ser comparado à metáfora de *design* em engenharia e que no cerne dessa metáfora está a noção de projetar objetos artificiais. Para este autor, a tarefa central do *designer* é conceber como as coisas poderiam ser para atingir as metas e para funcionar. Ou seja, um objeto artificial, como um material didático, é desenvolvido para funcionar e alcançar propósitos estabelecidos.

Para Simon (*idem*), a “realização do propósito, ou a adaptação para a meta envolve entre outros, três termos: o propósito ou meta, o caráter do artefato e o ambiente em que o artefato atua”. E mais à frente propõe que o artefato poderia ser visto como uma interface que separa um ambiente interior, a substância e organização do próprio artefato, e um ambiente exterior, especulando que “*se o ambiente interior é adequado ao ambiente exterior e vice-versa, o artefato servirá aos propósitos pretendidos*”. Levando isso para o desenvolvimento de um material didático, o ambiente interior é constituído pelos conteúdos selecionados e é expresso em textos, gráficos, figuras e atividades, tanto quanto pela formatação editorial do próprio material. Já o ambiente exterior é composto pelos professores, alunos e escolas em que o material será usado.

No ENCI, a equipe do CECIMIG trabalhou nessa perspectiva ao produzir o material didático que serviu como base para a formação de professores no curso de Especialização em Ensino de Ciências a distância. Foram produzidas doze disciplinas, organizadas em quatro módulos. Dentre as disciplinas, três foram dedicadas especialmente à exemplificação do que poderia ser entendido como “Ensino de Ciências por Investigação”. Tais disciplinas foram denominadas ENCI A, ENCI B e ENCI C. Outra disciplina denominada Introdução ao Ensino de Ciências Naturais (IECN) também abordou essa discussão. Embora essa disciplina não tivesse por intenção apresentar uma discussão mais estruturada do tema, e talvez até em função disso, ela



abriu espaço para que diversos exemplos de atividades investigativas e sentidos associados ao ensino por investigação começassem a circular pelo grupo”. Passaremos agora a analisar os propósitos de cada uma dessas quatro disciplinas.

Propósitos pedagógicos e concepções de ensino por investigação presentes na disciplina IECN

Das três disciplinas do primeiro módulo, a IECN foi a única que abordou diretamente o tema ensino por investigação. Porém, um dos autores da disciplina declarou que eles não tinham como propósito defender uma perspectiva de ensino por investigação. O propósito declarado por ele foi o de promover uma discussão voltada ao currículo de ciências e ao ensinar ciências, tendo por isso optado por fazer uma breve introdução à discussão do ensino por investigação. Segundo um dos autores dessa disciplina:

(...) A IECN é uma discussão mais específica do currículo. Primeiro, a idéia era de pensar um pouco nas tendências dos currículos. A idéia inicial era de fazer um histórico, mas ficamos com receio de nos perdemos com isso, e ficar uma discussão enjoada e um pouco marcada, estanque. Então, optamos por essa discussão de ensinar ciências para todos e do sentido que tinha a educação em ciências no contexto brasileiro, embora para isso, tenhamos usado o artigo do Millar¹¹. A intenção era ver em que o argumento desse autor nos convence e de que modo isso tem uma correspondência conosco. Depois, entrando nas definições de currículo de ciências, utilizamos a atividade do APEC (Grupo de Ação e Pesquisa no Ensino de Ciências), o questionário adaptado do Carrascosa¹² que entra numa série de discussões: currículo, inovações curriculares, papel do professor, discussões mais metodológicas de sala de aula. O que permitiu entrar nessa coisa da experimentação e ensino por investigação. Foi uma disciplina que começou com discussões curriculares mais gerais e depois foi para uma discussão, também curricular, mas que diz respeito ao como fazer, como atuar frente a questões mais voltadas para prática de sala de aula, o tempo todo pensando em situações em que o sujeito tivesse que argumentar e se posicionar sobre o que essas coisas dizem para ele. Comparar tendências de ensino de ciências com aquilo que o professores fazem em suas aulas.

A disciplina IECN foi constituída por onze atividades, sendo sete destinadas a

¹¹ Trata-se nesse caso do artigo *Science for all*, de Robin Milar (1996) que é um autor inglês.

¹² Trata-se nesse caso de um questionário dedicado a identificação de concepções de professores sobre o currículo de ciências, produzido a partir das contribuições de Carrascosa (1991).



discussão do ensinar ciências e do currículo de ciências, apenas duas focando o ensino por investigação e uma última que consistia no trabalho final da disciplina. O propósito pedagógico declarado pelo autor estava impregnado no material, apesar de não aparecer de forma clara. A maior parte das atividades apresentava objetivos explícitos e parcialmente implícitos que podem ser relacionadas à concretização desse propósito. No caso do citado questionário, havia uma expectativa de que ele gerasse discussões. A intenção era de que o professor recorresse a sua prática buscando elementos para explicar e justificar seu posicionamento frente a cada proposição apresentada no questionário. Desse modo, poderíamos nos aproximar das crenças, das práticas e dos modos de pensar a sala de aula de ciências desses professores, com os quais iríamos conviver ao longo do curso.

Vejamos como alguns tutores identificaram os propósitos dessa disciplina:

Olivia: Eu acho que essa disciplina tem um caráter mais de apresentar discussões curriculares e o ensino por investigação vai ser contemplado nesta discussão. O foco dela é uma discussão de currículo mais geral, para apresentar ao professor a visão da natureza do conhecimento científico e por essa via, chegar ao ensino de ciências por investigação.

Márcia: A terceira disciplina que era IECN não tratava muito de questões sobre investigação, foi uma discussão muito superficial. A discussão mais central dessa disciplina girou em torno do currículo de ciências. Eu acho que as disciplinas do primeiro módulo contribuíram pouco para a discussão de ensino por investigação. E a gente, foi fazendo isso de uma forma mais intuitiva com os professores.

Todas as entrevistas que realizamos adotaram o formato semi-estruturado. Sendo assim, nem todos os tutores se pronunciaram acerca de todas as questões propostas. Os outros tutores entrevistados não se pronunciaram sobre os propósitos da disciplina IECN. Apenas Olivia e Márcia apresentaram sua opinião a esse respeito. Nesses dois trechos de entrevista, temos indícios de que essas duas tutoras se apropriaram dos propósitos declarados pelo autor, na medida em que elas reconhecem que a discussão de ensino por investigação era marginal e a discussão de aspectos mais gerais do currículo de ciências aparece em destaque.

Do trecho de entrevista com um dos autores da disciplina, podemos inferir também, uma aproximação do ensino por investigação com o desenvolvimento de



atividades experimentais, pois o autor diz que as discussões curriculares permitiram entrar na discussão de atividades experimentais e ensino por investigação. Vejamos como as atividades propostas na disciplina abordam a discussão de ensino por investigação.

A atividade 8 da disciplina IECN, denominada *ensino de ciências por investigação*, revela ter como objetivos:

construir sentidos para ensino por investigação e posicionar-se em relação a eles; caracterizar o que são as atividades investigativas no ensino de ciências; examinar as vantagens, limites e dificuldades de uma proposta de ensino de ciências por investigação (Apostila do curso, 2005)

Nesse caso, podemos inferir que, para os autores dessa disciplina, ensino por investigação é algo problemático, polissêmico, já que eles usam a palavra sentidos, no plural. Parece que os autores estavam mais interessados em colocar esses múltiplos sentidos para circular no curso, entre tutores, coordenadores e professores, associando cada sentido a uma situação concreta de ensino, de sala de aula. Podemos relacionar a essa atitude uma intencionalidade de formação de professores a partir das interações discursivas de sujeitos de enunciações diversas. Em síntese, educar pela palavra.

A atividade 8 a que estamos nos referindo consistia na leitura do capítulo 2 do livro *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*, organizado pela professora Ana Maria Pessoa de Carvalho (Carvalho, 1994). Esse livro foi indicado na disciplina como leitura obrigatória. A leitura do capítulo 2 denominado *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula* foi usada para solicitar dos alunos-professores, num primeiro momento, o levantamento de argumentos sobre a importância do ensino por investigação e, em um segundo momento, a produção de relatos e discussões de situações vivenciadas por eles em suas salas de aula. Essa estratégia foi amplamente discutida com os tutores durante a preparação do curso, uma vez que uma das coordenadoras do ENCI explicitou aos tutores sua intenção em dialogar com as concepções dos alunos-professores sobre investigação e sobre ensino por investigação.

A perspectiva de atividade investigativa apresentada no texto desse capítulo refere-se à resolução de problemas em aberto (não necessariamente de laboratório), cujo



diferencial está na estrutura de participação dos alunos, apontando a necessidade de que eles saiam de uma postura passiva para pensar, elaborar raciocínios, verbalizar, escrever, trocar idéias e justificá-las. O texto destaca quatro tipos de atividades que podem ser usadas nessa perspectiva: as demonstrações investigativas; o laboratório aberto; as questões abertas e os problemas em aberto. A autora define cada uma dessas atividades da seguinte maneira:

- Demonstrações investigativas são demonstrações que partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno.
- Laboratório aberto busca a solução de uma questão, que no caso será respondida por uma experiência.
- Questões abertas são aquelas em que procuramos propor para os alunos fatos relacionados ao seu cotidiano, e cuja explicação estivesse ligada ao conceito discutido e construído nas aulas anteriores.
- Problemas em aberto são situações gerais apresentados aos estudantes nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada. Diferente das questões abertas, que abrangem os conceitos, o problema aberto deve levar a materialização dos resultados.

O propósito pedagógico dos autores da disciplina IECN, ao escolher esse livro, era proporcionar ao aluno-professor o acesso a uma coletânea de textos que tivessem relação com as discussões realizadas no ENCI e, ao mesmo tempo, que favorecessem o reconhecimento de práticas que pudessem ser incorporadas do cotidiano do aluno-professor. A idéia não era problematizar o ensino por investigação através do estudo do texto, mas apresentar a perspectiva da autora como uma possibilidade de trazer os estudantes para uma posição mais ativa no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Alberto, um dos autores da disciplina:

Uma razão para essa escolha era ter como base um livro, que não fosse [feito de] artigos isolados. Um livro que tivesse uma boa coletânea e que dissesse um pouco dessas preocupações gerais que a gente estava abordando no curso. A gente entendeu que esse livro organizado pela Ana Maria atendia a isso. No primeiro capítulo do livro discutem-se os critérios estruturadores para o currículo de ciências. Depois discute-se o ensino por investigação, a natureza do conhecimento científico, a argumentação em sala de aula, a relação entre CTS e o ensino de ciências, a história das ciências, o CTS, etc. Pontos que estão presentes no questionário.



Num curso de educação a distância faz falta para o professor ter em mãos materiais em que ele possa ver outras coisas. Como é um livro publicado mais recentemente, nós vimos que é um jeito de valorizar esse tipo de produção e fazer chegar à mão do professor uma coisa que ele possa ler do seu jeito.

No capítulo 2 [do livro escolhido] a autora entrava nessa questão da investigação como problematização. Atividades de sala de aula em que os alunos são colocados diante de problemas a serem resolvidos e são chamados para um debate. Acho que é um texto bem escrito e favorece o reconhecimento de algo que o professor se sente convidado a fazer e é viável e poderia ser incorporado na prática dos professores sem ter que alterar muito a estrutura dele. O que era uma preocupação nossa também, de não fazer um curso que fosse difícil de ser assimilado e que não se traduzisse em ações práticas. É um texto para provocar mesmo. Era um a primeira conversa sobre isso.

Mesmo não tendo o propósito de defender uma visão de ensino por investigação nesta disciplina, ao propor o estudo do capítulo 2 do livro organizado por Carvalho (2004), os autores da disciplina apresentaram uma perspectiva de ensino por investigação, que a princípio gerou um estranhamento no grupo de tutores: alguns reconheciam como não problemática a perspectiva do livro de que atividades investigativas eram atividades com problema em aberto, mas outros estranharam essa orientação, pois consideravam que as atividades investigativas também podiam ser mais estruturadas. Esse impasse que será discutido com mais detalhes no próximo capítulo desta tese.

A atividade 9, denominada *Experimentos como Investigação*, objetivava levar os professores a vivenciarem alguns exemplos de atividades experimentais. Os alunos-professores deveriam avaliar essas atividades em função da possibilidade de desenvolvê-las com seus próprios alunos e apresentarem sugestões de modificações que julgassem necessárias. Para realização da atividade 9, os tutores apresentaram três variações de atividades experimentais investigativas aos alunos-professores: atividades com problema em aberto, atividades com roteiro estruturado e atividades com roteiros semi-estruturados (ver anexos 3 e 4).

Em síntese, podemos dizer que na disciplina IENC, os autores destacaram os seguintes propósitos: fazer uma discussão voltada ao currículo de ciências e ao ensinar ciências; fazer uma breve introdução à discussão do ensino por investigação; apresentar exemplos de atividades investigativas aos professores que poderiam ser levadas para



sala de aula; oferecer aos professores materiais que apresentam outras discussões de interesse da área de ensino de ciências.

Propósitos pedagógicos e concepções de ensino por investigação presentes na disciplina ENCI A

Das três disciplinas utilizadas no segundo módulo do curso, apenas a ENCI A é, explicitamente, voltada para discussão do que são as atividades investigativas. Essa disciplina não explicita seus propósitos, nem seus objetivos, embora possamos inferirlos ao longo do texto. No texto de introdução, o autor diz que existem vários entendimentos do que seja uma investigação e reconhece que, além de atividades de laboratório, elas incluem também atividades dedicadas ao planejamento de uma investigação e a exploração de programas com simulações no computador (Módulo 2, 2006: p.1).

Essa abordagem é coerente com uma das perspectivas de ensino por investigação que foi apresentada na IECN e que vincula as atividades investigativas com as atividades experimentais, desde que seu planejamento apresente certas características, agora mais explicitadas e problematizadas na ENCI A. Temos uma evidência dessa idéia quando o autor da ENCI A afirma no texto que:

A proposta de reformular as atividades de laboratório como investigação tem por finalidade superar uma série de limitações das atividades mais tradicionalmente orientadas. Nelas, o estudante recebe um roteiro com instruções sobre o que se espera que ele faça no laboratório. (p. 3, apostila 2º módulo)

A entrevista do autor nos fornece mais elementos para entendermos os propósitos pedagógicos que nortearam as escolhas de textos e atividades que compõem essa disciplina. Diz o autor:

Na disciplina ENCI A, que foi a primeira disciplina que tratava do ensino por investigação mesmo, eu procurei apresentar as idéias básicas do que era uma investigação e caracterizar os processos de investigação. Têm várias maneiras de caracterizar esses processos. Uma das maneiras é derivada dos processos da reforma curricular americana. Que é adotar ciclos de aprendizagens, isso é uma coisa tipo partir do interesse dos alunos, formular um problema, formular questões, fazer planejamentos, coletar dados, analisar, tirar conclusões.

Eu procurei caracterizar etapas de uma investigação sem detalhar muito e apresentar várias atividades das primeiras etapas do ciclo. Por que a



primeira etapa? A idéia de ser um material voltado para professores da escola pública. Então eu pensei que esses professores dificilmente vão ter oportunidades de desenvolver investigações completas com seus alunos, ou seja, de descobrir os interesses dos alunos numa área, formular questões, planejar, selecionar material, coletar dados, analisar, manipular materiais, tirar conclusões, etc. Eles não vão ter condições de trabalhar isso. Provavelmente, eles só vão conseguir trabalhar a primeira parte, que é identificar interesses dos alunos numa área, e a partir disso, formular questões que possam ser investigadas.

[...] Eu não estava entrando na questão de manipular materiais, fazer medidas, eu não entrei nisso, porque estava considerando que isso era inviável.

A partir desse fragmento de entrevista podemos destacar três propósitos para essa disciplina: apresentar idéias básicas do que era para o autor uma investigação; caracterizar alguns processos de uma investigação e apresentar aos professores, atividades de investigação que pudessem ser levadas para a sala de aula, considerando-se as condições objetivas de trabalho dos professores das escolas públicas.

Para entender o que o autor está chamando de idéias básicas da investigação analisamos as atividades propostas na disciplina. Na primeira atividade ele defende a idéia de que as atividades de laboratório devem ser reestruturadas como sendo de investigação e ao fazer isso, critica as atividades de laboratório que apresentam roteiros orientados e estruturados. A restrição que o autor faz às atividades estruturadas diz respeito à ênfase que essas atividades dão aos produtos finais, isto é, o relatório, os cálculos e os gráficos que o professor avalia. O objetivo do autor é que:

“os estudantes dediquem mais tempo a pensar sobre como fazer a atividade, pensar sobre o que esperam obter com a sua realização, avaliar a qualidade de seus dados e resultados, em lugar de preparar montagens e coletar dados sem saber para que servem” (apostila 2º módulo, 2005).

As atividades 3 e 4 também reforçam essa idéia, ao propor o estudo do artigo *Novos Rumos para o Laboratório Escolar* (Borges, 2002). Esse texto dá uma ênfase nas atividades investigativas como atividades experimentais de problema em aberto. A atividade 5 acrescenta outro componente de caracterização das atividades investigativas que é o controle de variáveis.



A atividade 6 solicita ao professor que elabore um plano de investigação levando em consideração orientações acerca do que um plano de investigação deve conter. Na atividade em questão é apresentado um texto introdutório e um problema que são reproduzidos a seguir:

Você sabe que quando o vapor de água encontra uma superfície mais fria, ele se condensa. Este conhecimento pode ser usado pra tornar observável um fenômeno que ocorre, também, na formação da chuva. A idéia é colocar água em um recipiente, um copo ou panela, deixando-a evaporar, e colocar sobre ela uma bandeja esfriada com cubos de gelo. Uma questão que pode ser investigada é a seguinte: como a quantidade de água que se precipita depende da temperatura da água no recipiente?

- a) Elabore um plano para investigar o fenômeno e obter uma resposta para a questão. Procure seguir o roteiro apresentado.
- b) Entregue uma cópia escrita ou em um arquivo eletrônico para seu tutor.
- c) Como você tratou a quantidade de água que se precipita?
- d) Explícite sua hipótese, as variáveis dependente e independente, e os passos que seguiria para obter dados e o que faria com eles para chegar a uma conclusão.

Esta atividade é coerente com a importância que o autor confere ao planejamento de uma atividade investigativa, isto é, da importância dada à concepção do processo de investigar em detrimento de uma atenção supostamente exagerada que os professores de ciências dão aos produtos de experimentos conduzidos mediante roteiros previamente estruturados.

Na atividade 8, o autor de ENCI A apresenta três categorias para avaliar um plano de investigação caracterizando-os como fracos, regulares e ou satisfatórios. Segundo o autor, a descrição satisfatória do plano, indica:

boa compreensão do processo investigativo e do controle de variáveis. Demonstra clareza ao transformar dados em evidências. Em alguns casos, o plano propõe a realização de experimentos similares e simultâneos, com aparente intenção de constatar o efeito de mudanças nos objetos, materiais e circunstâncias envolvidas no fenômeno ou para eliminar fatores não-causais. (p. 10)

De uma maneira geral, as atividades desenvolvidas nesta disciplina apresentam uma forte aproximação entre atividades investigativas e experimentos que dependem do controle de variáveis. Essa perspectiva, conforme apontada pelo próprio autor no trecho



da entrevista destacada na seção anterior, está mais em sincronia com os exemplos de atividades destacadas pelos documentos curriculares ingleses.

Vejamos como os tutores identificam os propósitos dessa disciplina:

Sérgio: Eu acho que o autor da disciplina ENCI A apresentou uma visão bem clara do que era para ele atividade investigativa. A disciplina associa atividade investigativa com atividade experimental, envolvendo problema em aberto. Ela enfatiza a elaboração de planejamentos de investigação, transformação de atividades experimentais tradicionais em atividades investigativas.

Márcia: A disciplina ENCI A ela é uma disciplina mais voltada para laboratório e para a idéia de atividade aberta, mas ela enfatizou mais a construção de planejamento de projetos de investigação.

Olivia: A intenção da disciplina ENCI A era apresentar uma concepção de atividade investigativa e ensinar o professor a trabalhar com essa concepção. Ela usa mais textos do autor e está mais focada na discussão de atividade investigativa associada à atividade prática. A forma como o autor vai mostrando como fazer uma investigação, que precisa levantar um problema, fazer planejamento, identificar variáveis, coletar dados, analisar dados, cai em uma atividade experimental. Eu acho que o objetivo era apresentar essa perspectiva de atividade investigativa e ensinar o professor a fazer um plano de investigação seguindo alguns passos.

Nesses dados extraídos das entrevistas com tutores temos indícios de que eles perceberam esses propósitos. O que significa que os propósitos do autor foram materializados de maneira clara no material didático, mas não significa que eles foram recebidos de modo acrítico.

Em síntese, na disciplina ENCI A podemos destacar os seguintes propósitos pedagógicos declarados pelo autor: apresentar as idéias básicas do que é uma investigação; caracterizar os processos de uma investigação; apresentar aos professores, atividades de investigação que pudessem ser levadas para a sala de aula, ao menos nas fases iniciais do planejamento. Podemos destacar quais são as três principais características atribuídas às atividades investigativas nessa disciplina: ser uma atividade experimental; apresentar problema em aberto; envolver controle de variáveis. No caso da formação de professores, o foco recai no desenvolvimento de planejamento de experimentos investigativos. Os propósitos declarados são coerentes com o conjunto de atividades e textos apresentados na disciplina.



A partir da caracterização geral dessa disciplina identificamos questões levantadas no grupo que a própria disciplina não respondeu. Na disciplina, a caracterização das atividades investigativas insinua a existência de um método universal de produção de conhecimento, associado à existência de etapas claramente definidas para o planejamento da investigação e o controle de variáveis.

As escolhas feitas pelo autor suscitaram uma série de indagações no grupo de tutores: é necessário ter todas essas etapas para uma atividade ser investigativa? Uma atividade que trabalha apenas uma dessas dimensões pode ser considerada investigativa? A situação problema de uma atividade investigativa deve ser necessariamente proposta pelo aluno? Quais outros tipos de atividades podem se caracterizar como investigativa?

Propósitos pedagógicos e concepções de ensino por investigação presentes na disciplina ENCI B

Das três disciplinas apresentadas no módulo III, apenas a ENCI B foi especificamente concebida para fazer uma discussão sobre ensino por investigação. Os objetivos da disciplina foram apresentados de forma explícita no material didático.

Segundo a autora, de agora em diante denominada Sandra, as atividades da disciplina foram selecionadas para representar parcialmente a diversidade de formas que a investigação pode assumir em aulas de ciências, e, ao mesmo tempo, destacar aspectos que seriam essenciais ao ensino por investigação. No texto introdutório da disciplina, Sandra declara, ainda, que a intenção não era *defender uma visão única e fechada de ensino por investigação*. Ao contrário, pretendia levar os professores a refletir sobre em que medida uma abordagem investigativa no ensino de ciências contribui para a aprendizagem dos estudantes.

Os objetivos declarados por Sandra no material didático da disciplina são: promover a vivência de atividades investigativas de ciências da natureza; disponibilizar uma diversidade de atividades investigativas; identificar possibilidades e limites na aprendizagem de ciências; apresentar algumas perspectivas teóricas do campo da educação que têm interseções com as questões relativas ao ensino de ciências por investigação; apontar aspectos considerados



essenciais nas atividades de ensino por investigação; propiciar uma visão da investigação para além da experimentação ou questionar a investigação como uma atividade essencialmente aberta ou pouco estruturada; introduzir uma reflexão acerca dos papéis que o ensino por investigação desempenha no trabalho de sala de aula dos professores.

Nos dizeres de Sandra, conforme relatado em entrevista:

A ENCI B foi formatada a partir de uma apresentação que eu fiz para o grupo (tutores e coordenadores) sobre meu entendimento acerca do ensino por investigação. O curso já estava ocorrendo e já tinham sido desenvolvidas duas disciplinas sobre ensino por investigação. Uma mais introdutória que foi a IECN e outra mais específica que foi a ENCI A.

[...] Então, quando eu fui preparar aquela apresentação para vocês sobre ensino por investigação, eu li o texto do CHIN e MALHOTRA¹³ e ele me ajudou a organizar a perspectiva que eu tava querendo trazer para o grupo. Como é que eu faço para a ciência escolar ser mais autêntica? A idéia era que o professor vivenciasse isso. Na disciplina anterior foi explorado o planejamento de atividades e adaptação de uma atividade “tradicional” para a perspectiva investigativa. Mas os professores ainda não tinham vivenciado isso como aprendizes. Como é que eles iriam dar conta de propor e avaliar uma atividade? Eles ainda não tinham essa visão do que era ensino por investigação.

Lá nos Estados Unidos a nossa idéia era que para formar professor no ensino por investigação, eles tinham que vivenciar isso como aprendizes. Mas esse texto do CHIN e MALHOTRA foi importante porque ele organiza a variedade de atividades propostas. Para mim, preparar essa apresentação foi importante porque eu tive que pensar: como é que eu comunico o que é ensino por investigação para pessoas que não estavam dentro de um contexto em que isso não era tão natural quanto nos Estados Unidos? Decorrente dessa apresentação que foi baseada na leitura desse texto, que organizava as atividades investigativas como, trabalho com banco de dados, avaliação de evidências, simulação, descrição verbal (que eu não trabalhei). Então, para eu dar essa noção de ensino por investigação, tem que ter a vivência.

Nessa passagem da entrevista, Sandra reafirma a importância de se propiciar uma vivência dos alunos-professores em formação da perspectiva de ensino por investigação. Ao caracterizar as concepções de ensino por investigação contidas nas disciplinas anteriores, ela as considera restritivas, na medida em que deixam de fora *as atividades com banco de dados, avaliação de evidências, simulação e descrição verbal*. A partir dessa avaliação, ela concebe a disciplina de modo a incluir uma diversidade de

¹³ Chin e Malhotra (2002) citado nas referências bibliográficas desta tese.



atividades que podem ser consideradas investigativas por diferentes perspectivas. Sua intenção com essa diversidade de atividades era também a de promover uma aproximação entre a ciência que os cientistas realizam e o ensino de ciências.

Sandra queria mostrar que a atividade dos cientistas comporta uma variedade de procedimentos metodológicos para além da experimentação e do controle de variáveis. A partir dessa mesma entrevista, podemos concluir que para essa autora, o ensino de ciências por investigação deveria promover um processo de enculturação por meio do qual os alunos-professores e, por conseguinte, seus estudantes, participariam de práticas culturais similares àquelas usadas nas ciências dos cientistas, o que faria com que as atividades de ensino aprendizagem se tornassem mais próximas da atividade científica autêntica.

Vejamos como esses elementos aparecem na entrevista:

Eu queria passar a idéia de que ensino por investigação não tem que ser aberto, não tem que ser usado o tempo todo e que não é apenas experimental. Por que essas coisas me incomodaram no ENCI. Como eu tive uma experiência muito forte no meu mestrado com atividades no computador, trabalhando com temas muito complexos como, por exemplo, evolução - que eu gosto muito - e que não dá para fazer experimentos. Em função da complexidade do tema e de não ser possível fazer atividades tipo “mão na massa” sobre ele, acho que se torna um tema muito desvalorizado pelos alunos. E, poder fazer essa experiência com alguns conceitos mais complexos usando o computador, acho que desafia mais os alunos.

A minha visão é que o ensino por investigação está dentro da perspectiva de aproximação da ciência escolar e da ciência dos cientistas. Talvez seja até exagerado, mas a minha idéia foi organizar a disciplina dentro dessa perspectiva e defender essa visão. (...)

Na minha visão o professor não teria que aplicar as atividades do curso na sala de aula da forma que eu propus. A idéia não era propor atividades no formato que ele poderia levar diretamente para sala de aula dele. Mas convidá-lo a vivenciar um pouco do que eu passo. Era levá-lo a perceber que tem um monte de coisa legal, tem várias coisas que representam de forma interessante essa aproximação da ciência escolar e da ciência acadêmica, mas quando eu vou para meu universo (sala de aula) eu vejo que isso é meio esquisito, eu tenho que fazer várias adaptações.

Nessa passagem da entrevista, Sandra reforçou os objetivos explícitos no material didático que ela concebeu e no trecho anterior do discurso que ela produziu durante a entrevista. Ela revela que não se preocupou com a diretriz de que os alunos-



professores pudessem utilizar as atividades propostas na ENCI B diretamente para suas salas de aula. Ao invés disso, ela concebeu esses sujeitos como aprendizes acentuando seu papel como alunos e transferindo para eles a responsabilidade em conceber modos de adaptar as atividades propostas na disciplina para uso em sala de aula.

Outro propósito que julgamos poder atribuir à disciplina concebida por Sandra é o de responder às dúvidas que os tutores vinham acumulando sobre o que seria enfim o ensino por investigação. Essa característica da disciplina pode ser interpretada, de acordo com a teoria da enunciação em Bakhtin, a partir da idéia de que todo texto/discurso é sempre uma resposta a outros textos/discursos que falam sobre o mesmo objeto a partir de perspectivas ideológicas diferentes, ao mesmo tempo em que provoca outras respostas ao se orientar para o outro. Assim, cada texto é um acontecimento novo, um novo elo na cadeia histórica da comunicação verbal, do grande e inacabado diálogo (Bakhtin, 1997b).

Nesse sentido, a disciplina ENCI B dialoga com a disciplina ENCI A, na medida em que é uma resposta a um conjunto de perguntas, visões de mundo, de ciências e de ensino de ciências. É, portanto, um produto da interação verbal entre sujeitos ideologicamente marcados por orientações distintas. Enquanto as disciplinas que antecederam a ENCI B, em síntese tratavam a investigação como uma abordagem possível e até desejável para as atividades experimentais, como problemas em aberto e empreendimentos dependentes de habilidades associadas ao controle de variáveis, a ENCI B apresenta uma nova modalidade de atividade investigativa que envolve o uso de banco de dados.

O propósito de ampliação do conceito de ensino por investigação, para além das atividades experimentais e dos problemas em aberto, aparece claramente nos objetivos descritos no material didático: *desmistificar visões acerca do ensino por investigação estritamente relacionadas à experimentação ou estritamente relacionadas a investigações abertas ou menos estruturadas* (p. 56, módulo 3). A materialização desses propósitos pode ser percebida nas atividades 15 e 18.

Na atividade 15 são apresentadas quatro atividades experimentais investigativas com roteiros estruturados, de modo a confrontar a idéia de que uma



atividade investigativa passa necessariamente por um problema em aberto. Os experimentos propostos visam responder as seguintes perguntas: 1- O que é preciso para ocorrer a produção de amido na folha de um vegetal? (anexo 6) 2- Quais são os fatores que influenciam o processo de enferrujamento? (anexo 7) 3- O que provoca alterações no estado de movimento de um objeto? (anexo 8) 4- Que fatores influenciam a atividade de leveduras? (anexo 7)

Nesse caso, abre-se mão da categoria “grau de estruturação dos roteiros que dão origem às atividades investigativas” para se focalizar a atenção em outra categoria: a problematização, a partir da qual as atividades investigativas passam a ser concebidas como empreendimentos dedicados à resolução de um problema e a produção de respostas a uma ou mais questões, independentemente do fato do roteiro que orienta a atividade ser mais ou menos aberto ou demandar mais ou menos autonomia dos estudantes.

Na atividade 18: *Investigando o Problema do Aquecimento Global* a intenção era ampliar o conceito de atividade investigativa para além de atividade experimental. Nesse caso, foi proposto que os professores construíssem argumentos, baseados em evidências, para sustentar pontos de vista acerca das seguintes questões: Que fatores influenciam a elevação da temperatura anual média do planeta? As atividades humanas poderiam realmente provocar um aquecimento global? Que atividades humanas poderiam contribuir de forma mais destacada para o aquecimento global? Para construir respostas a essas perguntas sustentadas por argumentos e por evidências os professores foram orientados a utilizar os dados disponíveis no software *WordWatcher* desenvolvido por pesquisadores americanos da Northwestern University em Chicago e disponível na internet no site: <http://www.wordwatcher.northwestern.edu/index.html> (acessado 15/11/07). Aqui a orientação de promover uma reflexão sobre os processos que levam à transformação de dados em evidências continua, sem a preocupação com os processos que levam à produção dos dados por via experimental que pode ser encontrada no material didático da ENCI A.

O propósito declarado por Sandra de aproximação da ciência escolar com a ciência do cientista, embora não apareça de forma explícita na lista de objetivos



registrados no texto da disciplina, é abordado explicitamente nas atividades 14 e 17. Ao analisar essas atividades, constatamos que elas evocam ações para a concretização desse propósito. A atividade 14 contribui para essa concretização principalmente por meio do texto intitulado: *Ensino de Ciências por investigação: Buscando uma aproximação entre a ciência da escola e a ciência profissional*, que foi proposto como objeto de estudo e discussão no fórum do ENCI. A atividade 17 também apresenta outro texto para ser discutido no fórum intitulado: *Tensões e dilemas do Ensino de Ciências por investigação: Examinando diferenças entre a ciência escolar e a ciência dos cientistas*.

O propósito de levar o aluno-professor a vivenciar as atividades como aprendiz, para auxiliá-lo a refletir sobre modos de adaptar essas atividades a sua sala de aula, aparece explicitamente no texto de *boas vindas à disciplina* e na lista de metas para a formação docente. Eis alguns trechos em que tais propósitos são explicitados. *Nesta disciplina você irá vivenciar como aprendiz algumas atividades de natureza investigativa* (p. 55, módulo 3). (...) *Instrumentalizar o professor para avaliar e adaptar atividades investigativas* (p 57, módulo 3). As ações para a concretização desse propósito estão presentes em todas as outras atividades dessa disciplina.

Agora vejamos como os tutores perceberam esses propósitos:

Sérgio: Essa disciplina deu um direcionamento melhor para trabalhar com os alunos o que era o ensino por investigação. Pelo menos no meu curso eu comecei a ter uma visão mais clara do ensino por investigação a partir dela. Ela apresentou mais subsídios para os alunos e para nós tutores pensarmos nas características das atividades investigativas. Essa disciplina apresenta uma visão clara de ensino por investigação, que é a investigação como uma maneira de aproximar a ciência escolar da ciência dos cientistas, não significa que eu concordo com ela. Mas ela apresenta uma perspectiva de ensino por investigação diferente das outras e traz novos exemplos de atividades investigativas.

Márcia: Na disciplina ENCI B, a concepção de atividade investigativa evolui, porque na ENCI A ela é mais voltada para laboratório e para a idéia de atividade aberta e de construção de projetos de investigação. A ENCI B desenvolve-se para além do planejamento de roteiros e as pessoas têm possibilidade de ampliar o repertório de atividades investigativas, como é o caso do uso de software e de análise de um banco de dados.

Olivia: Essa disciplina tem dois aspectos principais. O primeiro é apresentar para o professor exemplos de atividade com perspectiva investigativa. Ela apresentou atividades experimentais investigativas, numa perspectiva diferente da outra disciplina, atividades com o roteiro estruturado, mas [ainda] investigativas. Atividades com banco de dados. O segundo é fazer uma discussão mais ampla que dá um embasamento



melhor para compreendermos as diversas concepções de ensino por investigação.

Pelas entrevistas, constatamos que a maior parte dos propósitos declarados por Sandra foram apreendidos por esses tutores. O que significa que tais propósitos estão incorporados no material didático do curso, pois a participação dessa autora nas reuniões do grupo foi a mesma do autor da disciplina ENCI A, e se restringiu, basicamente, ao momento de apresentação da disciplina.

Em síntese, até aqui, podemos concluir junto com autores de disciplinas e tutores, que atividades investigativas podem ser de natureza experimental ou não, apresentar problema em aberto ou diferentes níveis de estruturação, podem não envolver a coleta direta de dados ao optar, por exemplo, por trabalhar com dados disponíveis em bancos ou acessíveis por meio de simulações realizadas em um computador. Mesmo assim, há questões que ainda permanecem para o grupo. O que é uma atividade investigativa prototípica? Para ser genuinamente investigativa é preciso envolver a formulação de questões, o planejamento de ações, a seleção de materiais e equipamentos, a manipulação de materiais e equipamentos, a coleta de dados, a análise dos dados, a produção de conclusões, a partir dos dados? Cabe ao estudante a responsabilidade de apresentar o problema que será investigado numa atividade, isto é, caso o problema seja apresentado pelo professor, a atividade passa a não ser mais investigativa?

O fato dessas questões não terem sido respondidas, não significa que elas perderam a importância, mas que as outras ganharam um protagonismo maior naquele momento.

Propósitos pedagógicos e concepções de ensino por investigação presentes na disciplina ENCI C

O texto de abertura da disciplina ENCI C anunciava que essa disciplina daria continuidade às discussões iniciadas na disciplina ENCI B e, novamente, repetia a intenção de levar os cursistas a vivenciar algumas atividades de natureza investigativa. Usando parte do texto de boas vindas à disciplina ENCI B, a autora dessas duas disciplinas reafirmou que as atividades propostas no material foram



selecionadas para representar parcialmente as várias formas que a investigação pode assumir em aulas de ciências e, ao mesmo tempo, para destacar aspectos que seriam essenciais ao ensino por investigação.

Vejamos agora, como Sandra identifica os propósitos pedagógicos dessa disciplina:

A concepção apresentada para a ENCI C é a mesma para a ENCI B. Porque inicialmente elas eram uma só que depois virou duas. Por isso, se você for analisar os objetivos das duas disciplinas você vai ver que são os mesmos, pois uma era a continuação da outra. Nessa disciplina (ENCI C) eu estou querendo ampliar o tipo de vivência que os professores terão. Na primeira disciplina eu queria que eles entendessem um pouco essa aproximação da ciência escolar e da ciência acadêmica e a minha visão do que é ensino por investigação, que é influenciada pela escola americana. As duas disciplinas trabalham com atividades investigativas no meio virtual. A ENCI B usando banco de dados, e a ENCI C, simulação, e o WASE.

A ENCI C foi uma continuação da ENCI B, mas pensando no método científico, porque isso apareceu muito forte no grupo no início do curso. Aí eu fui atrás de um texto do Gil Perez que falava de formação de professores e da visão deles. A idéia era que eles vivenciassem as atividades, mas também que refletissem sobre essa outra representação do que era o método científico nas atividades investigativas. Aí não tem história nova para contar. Eu peguei algumas atividades que eu conhecia. Eu tinha a intenção de discutir o mito do método científico dentro da investigação.

A idéia das duas disciplinas era começar levando o professor a vivenciar como aprendiz alguns exemplos de atividades investigativas, depois ele adaptava as atividades de leve, e ele tinha que adaptar mesmo.

Na entrevista, podemos destacar que, para a autora, os propósitos pedagógicos dessa disciplina são: ampliar a vivência dos professores com atividades investigativas; discutir o mito do método científico dentro da investigação; levar o professor a vivenciar as atividades como aprendizes, para depois levá-los a refletirem em como adaptar essas atividades para serem usadas em suas sala de aula.

O propósito “ampliar a vivência dos professores com atividades investigativas” declarado pela autora aparece explicitamente na lista de objetivos destacada nos textos introdutórios da disciplina. As ações para a concretização desse propósito se materializaram nas atividades 2, 3, 4 e 5 que podem ser classificadas em dois tipos: atividade de avaliação de evidências e atividade com experimentos simulados por computador



As atividades de avaliação de evidência foram desenvolvidas no *WISE* (Web-based Inquiry Environment) um *site* da *internet* desenvolvido por um grupo de pesquisadores da universidade de Berkeley (<http://www.wise.berkeley.edu/>). Essa atividade propunha a construção de evidências para sustentar uma hipótese sobre um dentre três fenômenos escolhido pelo aluno-professor. Os três fenômenos e os problemas de pesquisa a eles relacionados foram retirados do *WISE*. Cada problema deveria ser analisado, de modo a permitir a escolha de uma dentre duas ou mais respostas hipotéticas para as quais havia um conjunto de informações disponíveis. A avaliação das informações deveria conduzir aquele que realiza a atividade a: (i) reforçar sua convicção sobre a resposta hipotética por ele escolhida; (ii) enfraquecer essa convicção convencendo-se da existência de informações e dados anômalos ou inconsistentes; (iii) reunir evidências a favor de uma das hipóteses e contra-evidências para as hipóteses concorrentes. As perguntas eram: 1º- as deformidades encontradas em sapos poderiam ser causadas por substâncias químicas encontradas no ambiente? 2º- quanto longe vai um feixe de luz que se propaga pelo espaço? 3º- como podemos reciclar pneus usados?

Nas orientações da atividade de experimentação simulada por computador foi sugerido o uso do programa “Pedagógica”, que contém simulações na área de ensino de química, de física e de biologia. Tal programa está disponível no sítio: <http://www.concord.org/resources/brows/172>. Entretanto, a maioria dos tutores não fez uso deste sítio no curso e optou por outras simulações semelhantes, também disponíveis na *internet*. Dentre os motivos que foram decisivos nessa mudança podemos destacar o fato desse programa estar em língua inglesa e ter uma interface pouco amigável para usuários menos experientes.

O propósito “discutir o mito do método científico dentro da investigação” não aparece de forma explícita na lista de objetivos destacados para a disciplina, mas tem destaque na primeira atividade em que se propõe o texto *Ensino de Ciências por investigação e o Mito do “Método Científico”* como objeto de estudo e debate no fórum.



O propósito “levar o professor a vivenciar as atividades como aprendizes, para depois levá-los a refletir sobre como adaptar essas atividades para serem usadas em suas sala de aula” aparece de forma explícita no material didático e as ações para sua concretização se materializaram na atividade final da disciplina. Essa atividade solicitava aos alunos-professores a elaboração de um plano para uma seqüência de atividades investigativas voltadas para os seus estudantes.

Passamos agora para o que os tutores dizem acerca dos propósitos pedagógicos dessa disciplina.

Sérgio – Essa disciplina não trouxe novidade em relação à outra. Para mim, parece que é uma continuação da ENCI B. Ela traz outras explorações de atividade investigativa, discute a questão do método científico. Trabalha com atividades do tipo avaliação de evidências, que é super bacana e atividade de simulação no computador, que eu não usei as que ela apresentou. Achei mais prático trabalhar com as que estão disponíveis na internet.

Márcia– Essa disciplina continua a discussão de ensino por investigação começada na disciplina anterior e entra na discussão do método científico, que foi uma das primeiras coisas que discutimos em nossas reuniões de preparação do ENCI. Acho que também ele continua de certa maneira essa perspectiva de aproximação da ciência escolar com a ciência dos cientistas, que é a visão forte da autora. Ela traz outros tipos de atividades investigativas usando o meio virtual, como a simulação em computador.

Olivia – Essa disciplina é uma continuidade da outra nesse mesmo sentido de aumentar o repertório das atividades investigativas que os cursistas vão vivenciar. Na outra foi o uso de banco de dados, nessa aqui é o uso de simulação no computador. Para a autora essas atividades eram da prática dela, mas para nossos professores, a gente viu que não é. Então essa disciplina acabou tendo um caráter de apresentar esse tipo de atividade para os cursistas. Acho que elas estavam muito fora da realidade deles. Mas o legal foi discutir com eles que não é a atividade em si que faz a diferença, mas a postura dele em relação a atividade que pode atribuir a ela o caráter investigativo.

As leituras que os tutores fazem dos propósitos dessa disciplina são coerentes com os propósitos declarados pela autora. O que nos levar a entender que parte desses propósitos foram apreendidos por eles. Esse é um fator importante para o sucesso do material didático, tendo em vista o papel de destaque ocupado pelos tutores como mediadores da aprendizagem dos alunos-professores (cursistas).

Concluindo, no movimento das quatro disciplinas podemos notar que de uma discussão inicial de investigação como atividades experimental, problemas em aberto e



controle de variáveis, vão se adensando outras características como o desenvolvimento de atividades com roteiro estruturado, semi-estururado e aberto e atividades usando o ambiente virtual tais como: o uso de banco de dados, de simulação em computador e de avaliação de evidências. Dessa forma, podemos dizer que essas disciplinas forneceram vários de exemplos de atividades investigativas, dando assim uma mostra da diversidade de formas que essas atividades podem apresentar.

No caso do ENCI é preciso destacar que os tutores são co-autores dos textos de algumas disciplinas, o que teoricamente melhora a mediação desses propósitos junto aos professores. Nas disciplinas analisadas neste capítulo, os tutores não foram co-autores dos textos, mas participaram da definição do que incluir, do dimensionamento do tempo, da avaliação e desenvolvimento das mesmas. Mais do que isso, eles impuseram de certo modo, uma maneira de apresentar e dialogar perspectivas de ensino por investigação a partir dos questionamentos que faziam nas reuniões do grupo.

IV.2- Quem fala sobre ensino por investigação e de onde falam

Esta pesquisa tem como objeto investigar os sentidos sobre *ensino de ciências por investigação* que foram construídos pelo grupo ao longo do curso. A referência a aspectos das trajetórias acadêmicas e profissionais dos tutores e nossa tentativa de identificar suas filiações ideológicas e epistemológicas fazem parte dos nossos procedimentos de análise. Nesse conjunto de trajetórias, consta também a da autora desta pesquisa que participou do curso como tutora. Para fazer tal caracterização, lançamos mão das próprias palavras que os tutores e autores das disciplinas usaram ao contar suas histórias e as relações que eles estabeleceram com um dado modo de pensar sobre a questão da investigação. Tais histórias foram complementadas com dados de conversas informais, após a análise das entrevistas. Essa perspectiva de apresentação e análise de dados foi inspirada em Bakhtin para quem:

As palavras são tecidas a partir de uma multidão de fios ideológicos e servem de trama a todas as relações sociais em todos os domínios. É, portanto, claro que a palavra será sempre o *indicador* mais sensível de todas as transformações sociais, mesmo daquelas que apenas despontam, que ainda não tomaram forma, que ainda não abriram caminho para sistemas



ideológicos estruturados e bem formados. A palavra constitui o meio no qual se produzem lentas acumulações quantitativas de mudanças que ainda não tiveram tempo de adquirir uma nova qualidade ideológica, que ainda não tiveram tempo de engendrar uma forma ideológica nova e acabada. A palavra é capaz de registrar as fases transitórias mais íntimas, mais efêmeras das mudanças sociais. (Bakhtin/Volochinov, 1997a: 41)

Agora, passamos a narrar a história dos tutores por meio de fragmentos extraídos das entrevistas. Vejamos como o tutor Sérgio rememora sua trajetória:

Eu vim de Belém para estudar física e comecei a fazer o curso de bacharelado em física. Concluí esse curso e comecei o mestrado na área de física. Durante o mestrado eu vi que..... (...) na verdade, foi durante a graduação, que eu percebi que não dava muito para ser físico. Assim, as coisas que me interessavam, não eram da área da física enquanto ciência dura, não era um negócio que me interessava muito. Mas como eu vim transferido para cá e vim muito para virar pesquisador, vim estudar, fazer mestrado em física, virar pesquisador na área de física, ficava muito difícil para eu mudar de curso, para fazer um curso de licenciatura, pois a licenciatura lá no departamento era extremamente desprestigiada. Eles tinham um certo preconceito e assim eram sempre os piores alunos que faziam a licenciatura e aí eu tive dificuldade de mudar do bacharelado para a licenciatura. Com isso, eu não mudei. Ai, um incrível mal estar chegou na hora que eu vi que não dava mais. O quê eu estava fazendo era algo que eu não estava gostando, tava sofrendo muito, aí eu parei. Abandonei o mestrado lá. Nessa época eu tinha começado a dar aula também, mas sem nunca ter passado pela Faculdade de Educação, com uma série de preconceitos e noções de ensino que foram aprendidas lá no ICEX, com aqueles professores de física de lá do Departamento de Física.

O tutor Sérgio além de ter feito bacharelado em Física e iniciado o mestrado também em física, é especialista em Ensino de Ciências pelo CECIMIG/FaE/UFMG, mestre em educação pela Faculdade de Educação da UFMG. Ao longo do ENCI estava realizando o doutorado na mesma instituição. Ele trabalha com ensino superior há sete anos e teve experiência com a educação básica por nove anos, dois deles como professor substituto do Colégio Técnico da UFMG (Coltec), local onde viveu a experiência de trabalhar com atividades experimentais em que seus alunos eram levados a resolver problemas em aberto.

Ao nos contar parte da sua história, a tutora Patricia se apresenta assim:

Eu vim pra UFMG pra fazer física, fazer o curso de bacharelado. Eu estava interessada em física mesmo. Achava que ia seguir uma carreira científica e tal. Sempre gostei de física. Desde sei lá, da 8ª série, eu sabia que ia fazer física e, também, eu tinha certeza absoluta que eu nunca ia dar aula. E quando entrei lá no ICEX, o curso de licenciatura



era muito desvalorizado. Eu entrei em 94 e, então, tinha acabado de abrir o curso noturno de licenciatura. Foi o 1^a ano em que eles separaram e criaram o curso de licenciatura parece. Eu achava que ia estudar física e fazer iniciação científica. E no segundo ano eu já estava em iniciação científica. Nessa época criou-se o ensino médio perto da minha casa (...)

A tutora Patricia fez bacharelado e licenciatura em Física. Possui o curso de especialização em ensino de ciências no CECIMIG. Concomitantemente ao ENCI, cursava o mestrado na FAE/UFMG. Ela trabalhava como professora do ensino médio na rede pública estadual, desde 97. Em 2004 vivenciou suas primeiras experiências com o uso de atividades investigativas no Coltec, na condição de professora substituta.

Vou contar aqui parte da minha história, pois também sou oriunda do curso de Física e, apesar de ser a autora desta pesquisa, sou também uma tutora do ENCI, tendo por isso participado da produção de sentidos para o termo ensino por investigação neste contexto:

Desde criança sonhava ser professora. Como sempre tive afinidades com a área de exatas, não tive dúvidas ao optar pelo curso de licenciatura em Física na região do Vale do Aço, onde eu morava. Já no segundo ano do curso, comecei a lecionar nos ensinos fundamental e médio da rede pública e privada de Ipatinga. Nesse período, eu fui aprendendo com a prática a enfrentar o cotidiano da sala de aula. No ano em que terminei a graduação, fui aprovada no processo de seleção do Curso de Especialização do CECIMIG, e em 1995 vim para Belo Horizonte realizar esse curso como aluna. Assim que iniciei o curso, fui convidada por um dos professores a participar como bolsista de um projeto no Coltec, para produzir atividades experimentais, utilizando um sistema de coleta automática de dados, através de sensores. Paralelamente a essas atividades, comecei a trabalhar numa escola que era considerada alternativa, na qual todas as atividades desenvolvidas tinham o aluno como protagonista. Essa escola, também foi um rico espaço para a minha formação profissional.

Ao contrário dos meus colegas tutores de física, não fiz bacharelado, já entrei no curso de física com a intenção de ser professora. Um elemento comum em nossas trajetórias advém do fato de que eu também fiz Especialização em Ensino de Ciências no CECIMIG e mestrado em Educação na FAE/UFMG. Atuo como professora de Ciências e Física, na rede pública e privada, desde 1992. Possuo também experiência com o ensino superior e com a formação de professores em diferentes projetos da rede estadual, municipal e privada.



Passamos agora para a trajetória da tutora Carla

Eu estava comentando com uma colega agora... Este ano eu estou fazendo 21 anos de profissão. Eu comecei em fevereiro de 86. Como todo mundo, muito mais com minha experiência de aluna do que outra coisa. Antes, os cursos de licenciatura não tinham essa preocupação de preparar o professor para sala de aula. [...]. Eu sempre achava que estava faltando alguma coisa, eu me esforçava e os alunos não aprendiam nada. Aí uns anos depois eu tive muita sorte, eu comecei a dar aula num colégio lá de São Paulo que era de vanguarda. E eles trabalhavam com o PROQUIM, que foi o primeiro material alternativo que surgiu no país. E foi interessante que minha trajetória foi o contrário do normal. Eu primeiro tive a prática docente para depois entender porque a coisa era daquele jeito. Mas foi impressionante como eu me identifiquei com aquilo. Apesar de não entender teoricamente o que significava, tudo começou a ter um outro sentido para mim.

A tutora Carla é licenciada em Química. Possui Especialização em Ensino de Ciências no CECIMIG. Durante o ENCI, começou a fazer o mestrado em Educação na FaE/UFMG. Ingressou no magistério em 1986 e desde então trabalha como professora da educação básica. Já foi diretora de escola e atualmente é professora de ensino médio e formadora de professores.

Passamos agora para a trajetória da tutora Márcia:

Antes de ser aluna da especialização, eu trabalhava em uma Escola Municipal, onde eu tinha muita liberdade de fazer as coisas que eu queria, e eu trabalhei lá como coordenadora de área: eu era coordenadora do ensino médio e da oitava série. Então, junto com os outros, da física e da biologia, a gente tinha uma proposta de trabalho que a gente tinha um retorno na escola [volta dos alunos em turno diferente da aula] e nesse retorno, eu, na química, escolhi fazer algumas atividades que os meninos é que tinham que fazer. Então, eu orientava os meninos em um horário extra-turno, eles trabalhavam e depois, no momento normal da sala de aula, eles então apresentavam essas atividades que eles faziam para os colegas. E foi assim que eu comecei a fazer algumas atividades interessantes lá na escola que eram voltadas para o laboratório, nessa época. Mas o laboratório à tarde era usado para as aulas do ensino fundamental. Então, a gente não tinha o espaço do laboratório, tínhamos que trabalhar em outros espaços. E aí a gente usava qualquer espaço na escola, a gente levava as coisas para lá, tinha um espaço aberto, onde tinham mesinhas e tal.

Então foi isso. Eu trabalhei durante bastante tempo lá: sem base, sem dar nenhuma importância àquilo, achando que eu não estava fazendo uma coisa diferente não. Eu só fui ver que o meu jeito de trabalhar tinha um diferencial dos outros professores quando eu vim aqui para a especialização, porque eu tive que escrever uma carta de intenção. E ao contar isso, as pessoas achavam interessante e isso foi servindo para me dar suporte para outras coisas também. Isso tudo em 1995.



A tutora MÁRCIA é licenciada em Química. É especialista em Ensino de Ciências pelo CECIMIG, mestre em educação pela FaE/UFMG e durante ENCI estava cursando o Doutorado nessa mesma instituição. Ela ingressou no magistério de ensino de médio em 1986 e, desde então, trabalha como professora. Possui experiência com formação de professores há mais de 10 anos. Essa tutora, também é co-autora de uma coleção de livro didático para as últimas séries do ensino fundamental.

Passamos a apresentar a trajetória da tutora Renata:

Eu formei em Biologia e durante o curso já me chamaram para eu trabalhar no laboratório de imunologia lá do ICB. Nesse laboratório, a perspectiva é de fazer uma pesquisa que é muito diferente da tradicional, porque se você for olhar a maioria da biologia, ela tem uma perspectiva de fazer pesquisa da parte fisiológica, de explicar a partir de seus componentes: aquela coisa meio positivista de achar que pelas partes você vai entender o todo, e não é por aí. Então o laboratório onde eu trabalhei tinha a proposta oposta, de tentar entender o todo do organismo na questão imunológica e a pesquisa que a gente fazia era muito criticada, de certa forma, porque a imunologia tradicional queria só achar vacina, tinha uma briga científica só pra fazer uma padronização tradicional ou determinar células e moléculas, ou achar vacina. Como a gente estava tentando entender como funciona o sistema imunológico, as nossas perguntas eram também diferentes. Então eu acho que remete aqui para curso do ENCI de uma forma que foi muito positiva, porque a forma de perguntar que a gente tinha lá era semelhante às perguntas investigativas. Eu fiquei sete anos em laboratório, fazendo mestrado, depois comecei doutorado e larguei o doutorado.

A tutora RENATA é bacharel em Ciências Biológicas e mestre em imunologia pelo ICB/UFMG. Foi pesquisadora no Laboratório de Imunologia no ICB, onde acumulou uma experiência de sete anos com o desenvolvimento de pesquisa teórica. Possui experiência como professora substituta dos cursos de Medicina e Enfermagem no ICB/UFMG. Também teve uma breve experiência como professora da educação básica da rede pública estadual.

Passamos a apresentar a trajetória da tutora Olivia:

Então, eu vou falar um pouquinho sobre o meu interesse por Ciências. No mestrado, que eu concluí, até no agradecimento eu coloquei "pelos meus pais", e eu tinha muita clareza que o meu pai me influenciou nessa



parte: eu via Cosmos¹⁴ com ele. Ele gosta de ler, tem fascínio com a ciência e a minha mãe era ligada ao movimento ambientalista. E aí eu fui pra biologia, por querer participar, contribuir, interferir nesse sentido na visão ambiental e esse fascínio por essas coisas. Aí, a partir do curso eu já me interessei por dar aula porque eu achava muito chato laboratório, e na época eu já ficava questionando: o que é a ciência então? Porque eu comecei a fazer a ciência e questionar a natureza da ciência: como é que a gente produz esse conhecimento, que pra mim, estava mais como uma coisa dada? Eu nunca tinha parado pra pensar nisso. Então, surgiu minha necessidade de continuar estudando, eu fiz especialização e tive uma breve introdução sobre filosofia da ciência.

A tutora OLIVIA é licenciada em biologia, especialista em Ensino de Ciências pelo CECIMG e em História da Ciência pela FAFICH/UFMG. É mestre em educação pela FAE/UFMG. Durante o ENCI, entrou para o doutorado de História da Ciência na FAFICH. Olivia é professora da educação básica desde 1995. Teve experiência como coordenadora de um curso Normal Superior e trabalha com formação de professores. A Olivia evoca, com recorrência ao longo da entrevista, o papel desempenhado pela cultura familiar na sua escolha de se tornar bióloga, sua opção por ser professora de ciências e seu interesse por questões de natureza filosófica.

Ao contrário da Olivia que assume não ter se interessado pela atividade do laboratório de pesquisa, os tutores Sérgio, Patricia e Renata evocam de forma mais efetiva, a imersão deles na cultura dos cientistas para explicar o modo como eles concebiam inicialmente a questão da investigação. Isso é coerente com o fato de os três terem feito bacharelado e de terem iniciado sua trajetória acadêmica com a intenção de se tornarem cientistas. O encontro dos mesmos com as disciplinas pedagógicas, próprias dos currículos de licenciatura, é narrado como algo posterior à conclusão do bacharelado. Já as tutoras Carla e Márcia, na entrevista, conferem mais ênfase às experiências que emergiram da cultura escolar na condição de professoras da educação básica. Essas duas tutoras possuem trajetórias muito parecidas entre si e, de certo modo, se aproximam da minha, posto que desde o segundo ano do curso de graduação eu também já lecionava. Ambas participaram de grupos e projetos de ensino de ciências, balizados pela pesquisa acadêmica, onde tiveram oportunidade de teorizar suas práticas docentes e de conhecer novas abordagens teórico-metodológicas sobre a sala de aula,

¹⁴ Cosmos é o nome de uma série de programas de divulgação científica produzidos para televisão e coordenados pelo astrônomo já falecido Carl Sagan.



nas quais a questão da experimentação era uma dentre várias outras abordadas.

Carla relata ter vivenciado experiências consideradas alternativas no ensino de química por meio da aplicação do material de um projeto de inovação curricular. Na avaliação dela, isso ocorreu sem que ela tivesse muito conhecimento teórico para refletir sobre o projeto. Só depois de alguns anos de prática docente, com o curso de especialização, ela diz ter tido oportunidade de teorizar o que havia vivenciado no cotidiano de sua sala de aula. Para Márcia foi crucial trabalhar onde ela diz que “tinha muita liberdade de fazer as coisas que queria”. Isso permitiu a ela começar a vivenciar práticas consideradas alternativas no ensino de química, ainda que de forma intuitiva, através da abertura proporcionada pela escola onde trabalhava. Também destaca o papel da especialização na sua formação e de sua participação em projetos ligados ao CECIMIG, uma vez que a partir deles é que se tornou capaz teorizar sua prática.

Embora tenhamos atribuído maior *status* à formação inicial no bacharelado para um grupo de tutores, no que se refere aos modos como eles vão interagir com o ENCI, com os sentidos que vão atribuir ao curso e às atividades chamadas de investigativas, não podemos dizer que as experiências docentes também não contribuíram na constituição dos pontos de vista desses sujeitos. Do mesmo modo, devemos considerar o papel desempenhado pela formação inicial nas concepções sobre investigação apresentada pelo grupo que conferiu maior relevância à prática docente para a sua constituição.

Assim, para exemplificar como as experiências profissionais dos tutores, Sérgio, Patrícia e Renata influenciaram os significados que eles atribuíram inicialmente à investigação, destacamos:

Sérgio: Eu comecei a dar aula lá em Contagem e em Pedro Leopoldo e foi mais ou menos em 96, no ensino médio. Eu comecei a participar de um curso de formação na FUNEC com o Árjuna, toda sexta-feira durante seis meses. Aí eu fui aprendendo a dar aula muito através das respostas dos alunos [...]. Na época eu tinha uma visão muito próxima do povo que, quando faz essa primeira aproximação com o ensino, acredita que a atividade experimental é a tábua de salvação do ensino, que se eu fizer experimentos, coisas legais no laboratório, eu dou conta dos meus alunos e consigo fazer com que eles aprendam e tenham interesse pela Física. Eu tinha muito essa crença no início.
[...] Nesse período em dava aula num cursinho [...]. Eu fazia tipo monitoria, eu [...] sempre trabalhava com atividades experimentais. Era mais demonstrativo do que investigativo.



Patricia: [...] No ano de 2003 abriu uma vaga para professor substituto no COLTEC e eu fui trabalhar lá com a perspectiva de conseguir me desenvolver mais, porque desde a licenciatura eu consegui perceber que eu tava me tornando uma professora melhor, que dialogava melhor com as necessidades dos alunos [...].

[...] Quando eu fiz licenciatura, o Alberto¹⁵ trabalhava muito com uma coisa que era situação-problema. E aí, na licenciatura, eu percebia importância de problematizar algumas coisas. No COLTEC existia um programa de ensino em que tinha essa coisa de atividades investigativas envolvidas.

Renata: Eu fui para sala de aula, mas de graduação, eu dei aula para o curso de medicina, dei umas aulas para a farmácia também, enfermagem, mas foram poucas aulas. Foram aulas exatamente no contexto da imunobiologia [...]. Na enfermagem e na farmácia era uma coisa mais assim... Eles não tinham muita base, então foi muito mais uma aula expositiva mesmo, mas dentro do laboratório. Era uma vivência de pesquisa, de procurar entender o fenômeno do sistema imunológico em função do dia a dia do nosso corpo, e de certa forma era uma atividade investigativa que a gente fazia [...].

Iniciamos esta seção com a apresentação da trajetória acadêmica ou profissional dos tutores, para caracterizar de que lugar cada um começa a atribuir significado aos termos investigação e ensino por investigação. Podemos constatar que, inicialmente, todos os tutores associam o significado desses termos com algum tipo de atividade que eles já desenvolviam em sua prática. Outra constatação é que do mesmo modo que encontramos muitos pontos de convergências entre eles, muitos também são os pontos que os distanciam. Como exemplo de convergência podemos citar o fato de todos serem da área de ciências naturais, a grande maioria ter passado pelo mesmo curso de especialização em momentos muito próximos e o fato de todos estarem exercendo a docência. Outro ponto de convergência é o fato de todos serem herdeiros de uma tradição de ensino de Ciências que se inaugurou na década de 60 e tem a marca dos sujeitos e dos projetos que ao longo dos anos fizeram parte da história do CECIMIG. Como pontos que indicam certo distanciamento nós destacamos o fato de alguns serem bacharéis, outros licenciados, uns possuírem experiência docente em curso superior, ou técnico ou em cursos de nível fundamental e médio, com o ensino regular em escolas municipais, estaduais e privadas.

¹⁵ Aqui, a tutora Patrícia se refere ao Prof. Alberto do DMTE/FAE/UFMG que é responsável pelas disciplinas de prática de ensino e de estágio supervisionado do curso de licenciatura em física.



Isso significa que é necessário relativizar as análises e enquadramentos que apresentamos, pois cada sujeito na sua singularidade atribui sentidos para uma mesma expressão em função da sua trajetória. Desse modo, as tensões serão apresentadas e analisadas a partir das enunciações de cada tutor considerando, não só o que dizem, mas também o modo como dizem, pois o modo como dizem traz marcas dos lugares por onde passaram. Acreditamos que por meio das análises das enunciações, sem descontextualizar os sentidos em circulação, conseguimos aproximar nossa análise das intenções enunciativas daqueles sujeitos. Além disso, o leitor poderá acompanhar os movimentos de enunciação e de análise e avaliar quão procedentes são as nossas inferências, o que pode fornecer novos elementos de análise para adensar esse tipo de pesquisa.

Nas entrevistas, os tutores dão indícios de que poderia haver tensão entre coordenadores e autores. Os ditos mostravam-se insuficientes para resolver os conflitos entre os tutores. Os não-ditos ou implícitos, nesse caso funcionaram como fatores potencializadores de uma permanente tensão entre os tutores. Essas tensões serão apresentadas e exploradas no próximo capítulo desta tese.

Agora passaremos a apresentar um recorte da trajetória dos dois autores, que escreveram as três disciplinas sobre ensino por investigação, com o objetivo de estabelecer vínculos entre o tema e os percursos trilhados por eles.

Começaremos com a trajetória do Rogério:

Eu comecei a achar interessante essa idéia de ensino por investigação no início da década de 90. Nessa época [um colega] estava concluindo o doutorado e estava muito entusiasmado com a idéia de que a gente tinha que ensinar teoria para os alunos. E eu achava exatamente o contrário. Mas, eu não posso desprezar o fato de que naquela época aqui no COLTEC tinha aula prática toda semana, especialmente para o primeiro ano. Foi neste momento que eu escrevi um trabalho para um encontro de pesquisa, que depois virou artigo. Mas de lá para cá, as minhas idéias já mudaram bastante. No início minha idéia de atividade investigativa tinha muita influência da literatura inglesa [...] muito do tipo “*hands on*”. Era muita atividade tipo manipulação. Com o passar do tempo, eu achava que estava envergando muito a vara. [...] Durante o doutorado eu comecei a ler as coisas que saíram no projeto 2061¹⁶. A literatura americana apresentava sentidos atribuídos à investigação diferentes da literatura da Inglaterra. O currículo inglês tinha um tópico de conteúdo

¹⁶ O projeto 2061 é um documento que tem diretrizes curriculares para o ensino de ciências e que foi publicado pela Associação Norte Americana para o Avanço das Ciências, em 1991 (AAAS, 1991).



chamado ensino por investigação e era todo voltado para o controle de variáveis. Na literatura americana aparecem dois sentidos de investigação diferente desse: Aprender ciências como investigação e aprender ciências através da investigação. Investigação como conteúdo e investigação como método de ensino.

Na entrevista desse autor podemos destacar diferentes elementos da sua trajetória acadêmica, seja por meio da relação com seus colegas do setor de Física do COLTEC, com alunos ou com o processo de qualificação do doutorado que oportunizou o contato com produções sobre investigação. Ele associa sua primeira concepção de atividades investigativas com a perspectiva inglesa, a qual coloca ênfase nas atividades experimentais, principalmente nas atividades de controle de variáveis. Atribuimos essa visão, à sua maior aproximação com o sistema escolar inglês, uma vez que ele viveu por quatro anos nesse país, em virtude do seu curso de doutorado. Ele reconhece uma multiplicidade de sentidos que envolvem o termo ensino por investigação, principalmente quando compara as perspectivas dos currículos inglês e norte americano.

Vejamos como a autora Sandra narra a seu envolvimento com o ensino por investigação:

Eu tenho uma concepção meio fechada sobre ensino por investigação por causa da minha formação no doutorado nos Estados Unidos. Lá não dá para pensar ensino de ciências sem ser ensino por investigação. [...] Nos Estados Unidos, a gente desenvolveu um programa de computador voltado para a educação básica. Eu trabalhava com a formação de professor para desenvolver esse tipo de trabalho, só que focando mais num aspecto, que era a argumentação. No ensino por investigação, a argumentação é um aspecto chave. Então, eu trago essa bagagem de lá. Por isso, eu tenho um estranhamento com outras visões de ensino por investigação que foram apresentadas no ENCI. A minha visão é muito dentro dos parâmetros curriculares dos Estados Unidos.

Na entrevista, essa autora fala sobre o ensino por investigação e destaca um elemento da sua trajetória acadêmica que foi seu engajamento em um projeto de ensino de ciências nos Estados Unidos que fez parte do seu doutorado. Ela aponta um estranhamento em relação às visões de ensino por investigação que estiveram presentes no ENCI e as considera diferentes das visões apresentadas pelos parâmetros curriculares norte-americanos.

Na revisão da literatura que fizemos, não encontramos uma definição operacional do que seja ensino por investigação, nem em documentos ingleses, nem



norte americanos. Pelo contrário, os pesquisadores normalmente reconhecem a existência de uma multiplicidade de sentidos associados a esse termo. A análise dos documentos curriculares ingleses e norte-americanos, não nos fornece subsídios que corroborassem uma diferenciação clara entre os sentidos de ensino por investigação atribuída por Rogério e Sandra às características do currículo de ciências de cada um desses países.

Talvez o eco da diferença destacada por esses dois autores possa estar nos exemplos de atividades que os documentos desses países disponibilizam. Os documentos norte-americanos oferecem uma diversidade maior de exemplos de atividades, não restringindo a idéia de ensino por investigação apenas à experimentação. Já os documentos ingleses ao descrever as metas para cada nível de investigação, fazem uma associação forte entre o ensino por investigação e o desenvolvimento de atividades experimentais.

Essas duas entrevistas nos fornecem indícios de uma tensão, entre os sentidos por investigação apresentados pelos autores das disciplinas, que discutiremos no próximo capítulo. Contudo, os sentidos atribuídos ao ensino por investigação por esses autores, de certo modo, estão expressos no material didático do curso, e podem ter sido um dos focos desencadeadores das tensões entre os tutores, que serão explicitadas e analisadas no próximo capítulo.

IV.3- Sentidos atribuídos ao ensino por investigação pelos tutores

Nesta seção, apresentaremos um mapeamento dos sentidos que os tutores atribuem ao ensino por investigação, bem como uma avaliação da aproximação dessas perspectivas com as que mapeamos no material didático do curso e na revisão da literatura. Começaremos nossa análise apresentando fragmentos das entrevistas dos tutores em que eles atribuem significados ao termo investigação.

Sérgio: Em 2005 eu fui chamado para participar do ENCI que tinha esse nome de ensino por investigação. Aí eu pensei, que diabo é isso? Eu nem tinha idéia do que significava esse negócio. Depois eu vi que não era só eu, que essa idéia de ensino por investigação foi construída ao longo do curso. Eu, quando comecei, não tinha lido nada e aí eu pensei, tenho que colocar os cursistas para investigar. Para mim, a idéia



era a de colocá-los para trabalhar todo o processo da investigação. Não pensava em trabalhar com apenas parte do processo, como evidência, levantamento de dados, discussão.

Eliane: O que você está chamando de todo o processo da investigação, como assim?

Sérgio: Eu pensava tipo aquela lista da [disciplina] ENCI A [definir problema, levantar hipótese, destacar variáveis, etc.], e que teria que cumprir tudo. Eu pensava, também, que era uma investigação, mas que a gente tinha que dar o problema para eles. Ai eu achava que tinha um problema [na proposição das atividades], pois a parte principal da investigação os alunos não faziam que é a construção do problema. Então eu pensava que a investigação estava mais ligada a um experimento em que o aluno tinha que vivenciar todo o processo. Não pensava que a gente podia separar esses processos e trabalhar eles separadamente em atividades diferentes. No início eu não pensava nesta possibilidade. (...)

Outra coisa, no início do curso, também, para mim era claro a associação da atividade investigativa com a atividade experimental. Eu nunca tive problema em relação a isso.

Não é de todo verdade, que inicialmente o Sérgio nada soubesse sobre ensino por investigação. O que ele está nos dizendo nesta entrevista é que a concepção dele se restringia a uma determinada característica de atividade investigativa. Quando ele fala que não *tinha idéia do que significava esse negócio* de ensino por investigação, e de que essa idéia *foi construída ao longo do curso*, ele está querendo dizer que nem ele, nem o grupo naquela época tinham uma concepção mais ampliada desse tipo de atividade. Tal concepção resultou de um processo de construção no grupo e que está para além daquela inicialmente concebida pelo Sérgio. Ele acreditava que era preciso colocar os professores para trabalhar *todo o processo da investigação* e que trabalhar com parte do processo como construção de evidências, ou levantamento de dados ou argumentação, por exemplo, não caracterizaria uma atividade como investigativa. Para ele, as atividades investigativas, também, se restringiam apenas, àquelas de caráter experimental.

Um sentido que podemos destacar neste fragmento de entrevista coincide com o primeiro a ser apresentado e estranhado por atores do ENCI. Trata-se da idéia de que uma atividade deve ser experimental e explorar todo o processo da investigação para ser considerada investigativa, estando esse processo vinculado à concepção de um problema, ao levantamento de hipóteses sobre as variáveis envolvidas, ao planejamento



das ações, à coleta de dados e, por fima, à conclusão e à comunicação dos resultados. Essa perspectiva esteve presente nas disciplinas IECN e ENCI A, sendo encontrada na primeira por meio da proposição de atividades experimentais com roteiros de níveis de estruturação diferentes e na segunda por meio da ênfase no planejamento de atividades experimentais que envolvem o controle de variáveis. Essa concepção também apresenta alguma convergência com as concepções de Tamir (1990); Pérez e Castro (1996); Veríssimo *et al.* (2001); Gott e Duggan (1995); Gil-Perez e Valdés Castro.(1996). Tamir (1990), por exemplo, é um autor que fez parte da bibliografia obrigatória do curso de Especialização em Ensino de Ciências, promovido pelo CECIMIG durante um bom período. Com a exceção da tutora Renata, todos os tutores entrevistados cursaram esse curso.

Podemos inferir que a associação forte que Sérgio fez entre atividade investigativa e atividade experimental pode decorrer das leituras que ele fez no curso de especialização e da experiência que ele vivenciou como professor substituto no COLTEC. Neste colégio, a experimentação em laboratório possui um papel de destaque, tendo inclusive, um horário pré-estabelecido na grade curricular, com frequência quinzenal.

Outro sentido que podemos indiciar a partir da entrevista com esse tutor, é a idéia de que uma investigação autêntica pressupõe que os sujeitos sejam autores do problema. Essa visão do Sérgio parece ter correspondência com a disciplina ENCI A e com a visão de alguns autores como é o caso, por exemplo, de Tamir (1990). Tamir (*idem*) considera que no mais elevado nível de investigação, os alunos devem realizar sozinhos, todas as etapas do processo a começar pela formulação do problema e a terminar com a obtenção das conclusões.

O NRC (2000) apresenta um quadro com diferenças progressivas no caráter investigativo de uma atividade escolar estando o grau máximo associado às situações nas quais o problema a ser investigado foi concebido pelos estudantes. Na mesma linha, Veríssimo *et al.* (2001) diz que uma atividade investigativa requer do aluno um esforço interpretativo e (re)interpretativo que perpassa toda a atividade e inclui a elaboração do



problema, o planejamento, a realização das observações, assim como o registro e o tratamento dos dados.

A tutora Olivia também apresentou uma concepção que vincula a atividade investigativa com a atividade experimental. Ela conta que:

Antes do ENCI, o termo ensino por investigação eu nunca tinha ouvido, até porque você ouve falar "atividade prática", "atividade de laboratório", então eu pensava assim: essa discussão gira um pouco em torno do que a gente discute sobre atividade prática, papel de evidência e tal. Eu só fazia uma relação com tudo que já tinha estudado nessa área, mas de uma forma pouco sistemática, que não era especificamente sobre esse assunto.

Essa tutora relata que, antes de trabalhar no ENCI, não havia tido contato com a expressão ensino por investigação. Por isso, a primeira aproximação dela com essa idéia foi evocada pela expressão “atividades práticas” que ela já utilizava na sua prática docente. Sua fala nos dá uma evidência de que sua concepção está fortemente vinculada com as leituras que ela realizou ao longo de sua formação acadêmica, seja na graduação, na especialização ou no mestrado, sobre o papel que as atividades práticas podem desempenhar no ensino de ciência (Hodson, 1988; Tamir, 1990). Fazer esse tipo de associação aproxima a compreensão dos tutores Olivia e Sérgio da perspectiva inglesa que concebe a atividade investigativa como um tipo específico de atividade experimental. Nos trabalhos dos poucos pesquisadores brasileiros que têm se dedicado ao tema (Gomes e Borges, 2004; Rodrigues e Borges, 2005) essa concepção, também é a que mais prevalece.

A tutora Patricia apresenta inicialmente uma concepção de investigação cujo sentido também se aproxima ao apresentado pelos dois tutores analisados anteriormente. Podemos inferir isso a partir da seguinte fala da tutora:

Essa coisa de atividade investigativa eu penso que ela começou [para mim] muito no período em que fui trabalhar no Colégio Técnico em 2003. Lá existia um programa de ensino em que tinha essa coisa de atividades investigativas envolvida. Tinham uma série de atividades que eram feitas de uma maneira para que eles [os professores efetivos] pudessem identificar certas habilidades dos alunos, como trabalhar com controle de variáveis, desenvolver pensamento crítico [...]. Então, em 2004, eu já comecei a participar de análise de aulas, que tinham atividades investigativas, mas numa perspectiva mais aberta em que os alunos iam trabalhar com controle de variáveis, iam identificar o fenômeno, iam aprender a descrever fenômenos.



Essa tutora, quando veio para o ENCI, trouxe uma visão mais próxima daquela que orientou a produção e o desenvolvimento da disciplina ENCI A. Não podemos afirmar que essa com concepção é totalmente coincidente com a concepção apresentada pelo Sérgio, mas é flagrante os pontos de identificação entre Sérgio e Patricia no que diz respeito aos modos de enunciar suas concepções. Também existe uma identificação nas trajetórias desses dois tutores, visto que ambos tiveram suas primeiras experiências de docência como professores substitutos do COLTEC. A novidade que Patricia apresenta é explicitar a necessidade de haver controle de variáveis neste tipo de atividade. Contudo, embora Sérgio não tenha dito isso, tal característica não é discrepante com o sentido descrito por ele. A concepção que a autora dessa tese eu apresentava no início do ENCI, também estava próxima das concepções de Sérgio e Patricia.

A minha história com o ensino por investigação também começou quando fui trabalhar como bolsista num projeto com os professores do COLTEC, em 1997. Nesta época não rotulávamos essas atividades como investigativas, porém, ao escrever um memorial para concorrer à seleção do mestrado de 98, o nome que eu dei ao meu projeto de pesquisa foi, *Atividades de laboratório orientadas como investigação: Uma perspectiva para o ensino de ciências*. Fui aprovada nesta seleção, fiz alguns estudos sobre ensino por investigação, mas vivenciei vários contratemplos no projeto original de minha pesquisa, o que levou meu orientador a sugerir mudanças no projeto de pesquisa do meu mestrado. Só retomei os estudos sobre atividades investigativas em 2005 quando fui convidada para trabalhar no ENCI. Naquela época, a minha concepção sobre atividades investigativas, coincidia com a de atividades experimentais, mas não necessariamente estava restrita às atividades com problemas em aberto e roteiros não estruturados.

Parece que as experiências no COLTEC, que foi o local onde eu Sérgio e Patricia tivemos o primeiro contato com esse tipo de atividade, contribuíram para a construção de uma concepção inicial de atividade investigativa como sendo essencialmente de cunho experimental.



Apresentamos a seguir um fragmento da entrevista da tutora Renata a partir do qual se configura outro sentido para a investigação. Ela declara que:

Quando eu cheguei, o curso já estava encaminhado, já estavam no segundo módulo. Quando eu comecei a ler sobre atividade investigativa [ENCI A] eu não tive dificuldade de acompanhar, eu achei que era muito semelhante a uma atividade de pesquisa. Não a pesquisa profissional. Eu acho que o cientista tem duas formas de enxergar [a investigação]. Isso se a gente for olhar dentro da biologia, tem cientista que é aquele que só usa uma técnica padrão ou a que está na moda para poder publicar e conseguir verba, e tem aquele outro que quer realmente saber, que quer investigar. (...) Então, assim, tem essas duas formas de ser cientista: tem o cientista que, eu particularmente não chamaria de cientista, chamaria de tecnicista, que é aquele que procura só fazer uma coisa padrão para poder conseguir publicação, para poder conseguir verba, acaba conseguindo projetos aprovados porque consegue produzir, às vezes, uma coisa de retorno financeiro e aqueles que querem descobrir como é que as coisas funcionam, e fica se perguntando, e buscando formas diferentes para procurar aquilo lá. Eu vi semelhança com esse cientista que é chamado de cientista real, então eu vejo muita semelhança nesse aspecto.

O sentido de investigação apresentado inicialmente pela tutora Renata é a investigação como a pesquisa feita pelos cientistas. Contudo, ela distingue duas formas de ser cientista: um que reproduz uma técnica padrão para publicar e conseguir verba, procedimento que ela não associa com o que seria próprio de uma investigação autêntica, e outro que realmente quer investigar, isto é, que quer saber como as coisas funcionam e lança mão de estratégias variadas para obter respostas para as suas inquietações. Antes do ENCI, ela não havia tido contato com a expressão ensino por investigação, do mesmo modo que Sérgio e Olivia, mas se sentiu confortável com as primeiras concepções de ensino por investigação que estavam circulando no curso, pois parecia haver proximidade com as práticas que ocorriam no laboratório do ICB. A intenção que Renata atribui à introdução de atividades investigativas no ensino de ciências, qual seja de promover uma aproximação entre a ciência escolar e a ciência dos cientistas, aparece também nas disciplinas ENCI B e ENCI C. Ela parece associar essa intenção ao ENCI A e, nesse sentido, demonstra ter tido uma percepção dessa disciplina muito diferentes da autora das disciplinas ENCI B e ENCI. Para a autora dessas duas disciplinas a primeira disciplina a tratar especificamente das atividades investigativas no ENCI não apontava claramente para uma aproximação da ciência escolar à ciência dos



cientistas, uma vez que restringia a idéia de investigação ao experimento conduzido a partir de estratégias de controle de variáveis.

Um sentido preliminar que também apontava para uma concepção mais abrangente dos tipos de atividades da ciência escolar que poderiam ser associados à idéia de investigação aparece no fragmento a seguir, extraído da entrevista com a tutora Márcia.

Quando eu vim pra cá, para o ENCI, que tem esse título de atividade investigativa, me fez começar a pensar no que seriam essas atividades e o quê eu penso disso. Um exemplo que eu acho que se encaixa em um modelo possível de atividades investigativas são as atividades que eu desenvolvo com filmes. Pois no trabalho com os filmes, os meninos têm que fazer uma pesquisa, a partir do tema do filme e do tema de estudo [de um tópico de conteúdo de ciências]. Eu divido a turma em grupos, e cada grupo vai olhar um aspecto do filme e dentro deste aspecto vai então expor para turma, pode surgir daí até uma atividade prática, ou uma atividade [teórica] de pesquisa, ou explicar algum aspecto do filme que é difícil de entender, que tem algum tipo de conhecimento [científico] por trás.

(...) O que eu estou entendendo como [característica da] atividade investigativa é a possibilidade de fazer relações, de aprender coisa nova, de mobilizar um monte de conhecimentos, no momento em que você está fazendo aquela atividade.

A partir desse fragmento de entrevista é possível dizer que a Márcia, ao entrar para o ENCI, e apesar de não ter trazido sistematizado um conceito de investigação, já apresentava uma concepção mais abrangente. Tal concepção poderia ser atribuída a uma vivência mais diversificada como professora e formadora, obtida durante sua inserção em uma escola de educação básica que permitia e incentivava práticas mais alternativas às tradicionalmente desenvolvidas pelos professores de ciências.

Para essa tutora, a atividade investigativa não tem que ser necessariamente de caráter experimental, pode ser um filme por exemplo. Para a Márcia a atividade investigativa não é um tipo padrão de atividade. Trata-se de uma atividade orientada para engajar os alunos na busca de respostas para questões que eles não sabem responder a princípio. Podemos acrescentar a esse ponto de vista, a idéia de que as questões que dão origem a uma investigação não têm respostas que se resumem a uma informação. O tipo questão e de resposta que demanda de alguém o envolvimento em



uma investigação implica no estabelecimento de novas relações entre informações já disponíveis e outras oriundas da própria investigação e acarreta uma mudança no modo de compreender um fenômeno ou encarar um dado aspecto da realidade. Os processos e recursos mobilizados em uma investigação seriam assim os mais diversos e incluiriam diferentes recursos como a internet, o laboratório, os filmes, as entrevistas, os livros, os periódicos, etc. O resultado de uma investigação, por sua vez, seria algo sempre digno de ser comunicado publicamente. Em outras palavras, a investigação é um tipo de atividade que tem como objeto algo que é de interesse coletivo. Na fala da Márcia destaca-se, ainda, a importância do trabalho de mediação docente, com a afirmação de que os estudantes não podem ser largados à própria sorte ou deixados sem um planejamento avaliado e cuidadosamente preparado pela professora.

A participação dessa tutora no ENCI e nas discussões realizadas ao longo dele contribuiu para que ela reconhecesse nas atividades que ela já desenvolvia com seus alunos, as características de uma atividade investigativa. Márcia sistematiza a investigação como possibilidade de estabelecer relações, de aprender coisas novas e de mobilizar conhecimentos e, por isso, destacamos essa concepção como um sentido preliminar razoavelmente diferente de outros atribuídos inicialmente à investigação pelos outros tutores.

Um sentido próximo do que acabamos de analisar aparece no fragmento a seguir, extraído da entrevista com a tutora Carla.

Eu me lembro que a primeira vez que eu escutei a palavra ENCI - ensino por investigação - eu parei para pensar naquilo. Espera aí, o que quer dizer ensino por investigação? Eu não tinha idéia do que se tratava. Aí eu pensei assim... pelo que eu entendo deve ser o que eu já faço há muitos anos. É você criar condições na sala de aula para que o aluno investigue alguma coisa, que ele vá buscar o porquê das coisas de forma autônoma, ou seja, falando simplificada, é o contrário do que as pessoas fazem normalmente de passar informação, falar que tal conteúdo é isso e pronto. É criar oportunidade para eles pensarem e construir coletivamente os conceitos com os colegas.

A tutora Carla remete sua concepção inicial de investigação a um não-saber que tem o mesmo sentido utilizado por Sérgio na outra entrevista, quando ele disse que não sabia *que diabo era isso*. Logo depois de afirmar um suposto não-saber, Carla



caracteriza sua concepção sobre atividade investigativa. Assim, podemos inferir que Carla, Sérgio e os outros tutores querem dizer que não conheciam o ponto de vista dos coordenadores e autores dos materiais didáticos usados no ENCI ao afirmarem que não sabiam o que é ensino por investigação.

Embora, na entrevista, Carla não nos forneça muitos elementos para caracterizar o que ela está chamando de investigação ela opõe as atividades de investigação àquelas que têm um caráter meramente de transmissão de conteúdos. Para ela, o ensino por investigação pressupõe uma interação entre professor/aluno/conhecimento na qual os alunos não só têm oportunidades de trabalhar de forma autônoma, mas também de se engajarem na busca de respostas a questões de seu próprio interesse. Além disso, ela confere importância à atividade de investigação no que foi caracterizado como uma construção coletiva de conceitos.

Os sentidos inicialmente atribuídos ao termo ensino por investigação pelos tutores podem ser organizados em três focos: uma como estratégia de ensino, outro como uma postura de estudantes e professores frente a essa estratégia e outra como um tipo de ensino centrado na realização de um dado tipo de atividades. No primeiro foco, podemos destacar um conjunto de regras básicas para desenvolver uma atividade experimental, tais como, a proposição de um problema, o levantamento de hipóteses, identificação de variáveis envolvidas, planejamento das ações, coleta de dados, conclusão e comunicação dos resultados.

Para o segundo foco, destacamos um conjunto de características orientadas para uma ação dos alunos na busca de respostas para questões que eles não conhecem, por exemplo, pesquisa na internet, em livros e periódicos, desenvolvimento de experimentos, realização de entrevistas, etc. Enquadram também, dentro desse foco a possibilidade de estabelecer relações, aprender coisas novas e mobilizar conhecimentos e possibilidade de promover uma interação entre professor/aluno/conhecimento, o desenvolvimento da autonomia e o engajamento dos estudantes em atividades interesse próprio.

No terceiro foco destacamos a postura do professor frente ao desenvolvimento das atividades e a demanda que os estudantes trazem para a sala de aula. Em última



instância, todos esses três focos podem ser associados com a idéia de aproximar a ciência escolar com a ciência dos cientistas. O que pode diferir são as concepções de cada um, sobre que é atividade científica, o que é ensinar ciências e o papel que esse ensino deve desempenhar na educação básica. Desse modo, podemos dizer que outros tipos de atividades investigativas desenvolvidas no curso, tais como uso de software, banco de dados, avaliação de evidência não foram pautados pelos tutores.

Os sentidos não são dados, são permanentemente construídos na dinâmica interlocutiva, funcionam e significam nas condições específicas de produção:

Não há um “sentido em si”. O sentido só existe para outro sentido, com o qual existe conjuntamente. O sentido não existe sozinho (solitário). Por isso, não pode haver um sentido primeiro ou último, pois o sentido se situa sempre entre os sentidos, elo na cadeia do sentido que é a única suscetível, em seu todo, de ser uma realidade. Na vida histórica, essa cadeia cresce infinitamente; é por essa razão que cada um dos elos se renova sempre; a bem dizer, renasce outra vez. (Bakhtin, 1997,b: 386)



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

Capítulo V- Tensões e consensos vivenciados no grupo



No capítulo anterior apresentamos os sentidos sobre investigação e ensino por investigação que pudemos apreender a partir das concepções dos autores dos textos didáticos das disciplinas e dos tutores do curso. Naquele momento, sinalizamos a existência de algumas tensões cuja explicitação e análise ficaram reservadas para o presente capítulo. A variedade de concepções apresentadas no grupo e o modo como o ensino por investigação foi sendo abordado dentro das disciplinas foram os fatores que deram origem às tensões entre autores das disciplinas, dos tutores entre si, bem como entre tutores e autores.

Neste capítulo apresentaremos uma reflexão sobre essas tensões e também sobre o modo como elas mediaram a produção de consensos ao longo do curso. Para fazermos essa reflexão analisaremos as entrevistas realizadas com os tutores e autores das disciplinas e as gravações em áudio de uma reunião da equipe executora do ENCI. Iremos percorrer a seqüência temporal dos acontecimentos em torno das tentativas de aproximação de diferentes sentidos inicialmente divergentes do termo *ensino por investigação*.

A distinção entre pensamento paradigmático e pensamento narrativo que explicitamos no capítulo II desta tese forneceu algumas pistas para a análise do movimento construído ao longo do curso pelo grupo e a busca de um sentido consensual e suficientemente abrangente que pudesse, ao fim desse processo, definir o que é investigação e como ensinar por meio da investigação.

IV.1- Tensões entre os sentidos que circularam no grupo

A primeira tensão surgiu logo nas primeiras reuniões do grupo, no segundo semestre de 2005, antes de começar o desenvolvimento das disciplinas. A inquietação dos tutores era como ensinar ciências por investigação e, assim, a primeira perspectiva que despontou no grupo relacionava as atividades investigativas com o desenvolvimento de atividades que utilizavam os passos do método científico. Por isso, os tutores indicaram a necessidade de um maior aprofundamento dessa discussão e houve a sugestão por parte de alguns tutores de se tomar como referência o texto



Ciência, passo a passo da coleção Química e Sociedade (PEQUIS, 2003) que poderia ser um exemplar de proposta de ensino por investigação e que apresentava apontamentos sobre o método científico. Ainda que sem se identificar com as idéias contidas nesse texto específico, a coordenação do curso sugeriu que o mesmo fosse lido pelo grupo para ser discutido na reunião seguinte.

Ao lerem o texto alguns tutores se confrontaram com uma perspectiva da qual discordavam. Ao chegarmos para a reunião de discussão do texto, essas posições foram explicitadas e encontraram ressonância nas críticas que a coordenação orquestrou em relação ao referido texto. Os tutores acabaram por concluir que o texto apresentava uma perspectiva problemática e limitada. Para exemplificar o que estamos falando, destacamos o primeiro parágrafo do texto, que nos diz:

O método usado pelos cientistas é conhecido como **método científico**, que consiste em uma seqüência organizada de etapas para o estudo de fenômenos. Em geral, o método científico pode ser resumido nos seguintes passos: observação do fenômeno, elaboração de hipóteses, teste das hipóteses, generalizações e proposição de certa teoria explicativa para o fenômeno (P.18)

A visão de ciências apresentada nesse texto havia sido amplamente criticada por muitos coordenadores ao longo do curso de Especialização frequentado pela grande maioria dos tutores na condição de alunos. Essa visão de ciência que concebe o método científico como uma sucessão de passos discretos e que vincula a elaboração do conhecimento científico a partir da observação de fatos a partir dos quais são produzidas afirmações a respeito do estado do mundo até a elaboração das leis científicas é associada por Chalmer (1993) ao que ele chama de indutivismo ingênuo. Essa mesma visão reducionista que elege algumas práticas culturais das ciências abstraídas de seus contextos e estereotipadas é criticada por muitos pesquisadores da área de ciências (Hodson, 1992; Saraiva, 1996; Borges, 2001). Assim, depois dessa discussão, ao final da reunião, o grupo considerou inadequada a perspectiva veiculada pelo texto analisado como critérios para caracterizar a investigação científica e as atividades investigativas.

Não temos dados empíricos diretamente produzidos para confirmar se essa discussão ficou resolvida para cada tutor. O fato é que ela foi ganhando menor relevância ao longo do curso e quando essa discussão foi retomada na disciplina ENCI



C, que apresentou como um dos propósitos *discutir o mito do método científico dentro da investigação*, ela não foi mais pautada nas discussões como algo divergente entre o grupo. Contudo, na medida em que o curso se desenvolvia, outras tensões ganharam destaque.

Como as duas primeiras disciplinas do curso não tratavam da discussão sobre ensino por investigação, elas não desencadearam nenhuma tensão, posto que os tutores não esperavam encontrar nelas respostas para suas inquietações, nem a confirmação de suas intuições. De fato, a primeira disciplina explorava o uso das ferramentas tecnológicas que seriam utilizadas no curso e a segunda fazia uma introdução das temáticas desenvolvidas nas pesquisas em educação em ciências.

Além dessa primeira tensão, várias outras surgiram ao longo do processo. Quais são elas? De onde surgiram? Em que momento surgiram? Como elas se desenvolveram e que desfechos foram dados a elas? Para responder a essas questões apresentaremos um mapeamento das tensões a partir das entrevistas feitas com os tutores e de registros das reuniões do grupo durante a preparação do curso. Passaremos para a apresentação dessas tensões.

Na seqüência os trabalhos, o grupo preparou a disciplina *Introdução ao Ensino das Ciências Naturais* que, embora não fosse especialmente dedicada à discussão do ensino por investigação, tangenciava essa temática. No momento em que as duas atividades da disciplina relacionadas ao ensino por investigação foram sendo desenvolvidas, uma segunda tensão surgiu no grupo.

Essa tensão diz respeito à influência do grau de estruturação do roteiro de uma atividade na definição de seu caráter investigativo. Essa tensão teve destaque até meados do terceiro módulo, no contexto das discussões sobre a disciplina ENCI B, tendo se iniciado no momento do desenvolvimento da atividade 9 da disciplina IECN, que pertencia ao primeiro módulo.

A disciplina ENCI B, como vimos no capítulo anterior, tinha entre seus propósitos *apresentar uma ampliação do conceito de ensino por investigação para além das atividades experimentais e dos problemas em aberto*. Para fazer a discussão sobre o grau de estruturação dos roteiros foram propostas, nessa disciplina, exemplos de



atividades experimentais investigativas com roteiros estruturados (anexo 6, 7 e 8). Além disso, foi proposta uma atividade na qual, os professores teriam que investigar o problema do aquecimento global através de análise de um banco de dados disponibilizado na internet.

A atividade 9 da disciplina IECN havia inaugurado a celeuma sobre o grau de estruturação do roteiro de uma atividade investigativa. Essa atividade denominada *Experimentos como Investigação* tinha como objetivo levar os professores a vivenciar alguns exemplos de atividades investigativas de caráter experimental. O texto da disciplina anunciava que tais atividades seriam sugeridas pelos tutores. Antes do período de utilização da atividade com os alunos-professores, os tutores foram convidados pelo autor da disciplina para sugerir atividades investigativas que seriam, então, analisadas pelo grupo.

Essa atitude revela não só um reconhecimento do autor sobre a importância de se envolver os tutores na concepção do curso, como explicita um cuidado do autor em por em circulação os sentidos atribuídos pelos tutores ao ensino por investigação. Nesta época, foram sugeridas cerca de seis atividades. Apesar disso, vamos nos limitar a apresentar apenas as três atividades da área de Física que é a área de formação da autora desta tese. Essas são, portanto, as atividades sobre as quais eu interfeirei de modo mais direto ao exercer minha condição de tutora.

Uma delas foi a atividade sobre Empuxo (ver anexo 3) proposta pela tutora Patrícia. Esta atividade havia sido planejada pela tutora em outro momento e foi desenvolvida pelos seus alunos em uma escola pública estadual. O relato dessa experiência foi, posteriormente, apresentado no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física no contexto de um mini-curso sobre atividades investigativas ministrado pela tutora Patrícia e pela autora desta tese. Trata-se de uma atividade que Patrícia apresentou como sendo um exemplo de roteiro pouco estruturado, no qual são fornecidos os materiais e algumas orientações orais para os professores sem a especificação dos procedimentos a se adotar.

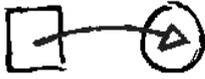


Outra atividade foi proposta pelo tutor Sérgio e consistia na apresentação de um fenômeno: “o copinho que aderiu ao balão”. Não foi disponibilizado nenhum registro escrito desse exemplo de atividade para o grupo e não sabemos se ele foi disponibilizado para os alunos professores. Sérgio considerou essa atividade como sendo do tipo aberto, com roteiro não estruturado. Segundo os argumentos de seu autor, essa atividade demandaria dos alunos-professores a realização de diversas etapas que podem ser associadas a uma investigação, o que inclui a formulação do problema de forma autônoma, sem a mediação de um roteiro estruturado ou semi-estruturado.

A atividade sugerida pela autora desta tese foi “A pressão exercida por materiais nos estados líquidos e gasosos” (ver anexo 4). Tratava-se de uma atividade organizada por um roteiro bastante estruturado que propunha quatro explorações. A primeira trabalhava um exemplo de construção de um problema, de forma bem orientada e explicada. A segunda investigava a ação da pressão atmosférica no interior de uma garrafa pet. A terceira investigava a ação da pressão atmosférica no líquido no interior de uma garrafa e a quarta investigava a ação da pressão atmosférica em um desentupidor de pia. Todas essas explorações eram guiadas por questões que orientavam o trabalho dos professores.

Essa foi a única atividade que gerou estranhamento. O principal incômodo foi o fato dela não ser uma atividade com problema em aberto e dela apresentar um roteiro com todas as indicações de procedimentos, boa parte deles articulados a questões cuja resposta dependia da realização desses procedimentos. Para ilustrar essa tensão destacamos este fragmento da entrevista do Sérgio:

Tivemos uma discussão do que era ou não considerado uma atividade investigativa. Eu considerava que para ser investigativa tinha que ter problema em aberto. E para mim, a atividade que você apresentou (a pressão exercida pelos líquidos e gases) não era, pois ela não tinha aquelas características que inicialmente eu achava que uma atividade investigativa tinha que ter. Ela era estruturada, guiava os alunos através de questões e eu achava que no roteiro tinha que ter todo o processo de investigação senão, a atividade não era investigativa. E aquela atividade é estruturada, mas trabalha partes do processo investigativo, como construção do problema, levantamento de hipóteses e argumentação.



A tensão instalada era a de que uma atividade com roteiro estruturado não poderia ser investigativa. Para ser investigativa uma atividade teria que apresentar um problema em aberto. Essa concepção era também fortemente partilhada por Patrícia e se refletiu no tipo de exemplo que ela apresentou ao grupo. Contudo, na minha concepção, a atividade que eu escolhi possuía várias características necessárias a uma atividade investigativa.

Apesar de ter um roteiro que explicitava os passos a serem percorridos, não se enquadrava no rol das atividades do tipo “receita de bolo”, visto que o aluno era a todo o tempo solicitado a antecipar os resultados dos procedimentos, ao realizar previsões a partir de seus conhecimentos prévios e ao comparar as previsões e as observações na busca por explicações. Essa é a razão pela qual eu acreditava que a atividade reservava um papel de protagonista ao estudante que fosse convidado a desenvolvê-la.

Na atividade que eu escolhi, trabalhava-se a noção de construção de um problema. Solicita-se aos estudantes que se posicionem diante do tema e avaliem sugestões de transformação do problema em questões passíveis de serem investigadas. Também se pede que os estudantes julguem se os experimentos realizados avaliando se eles contribuíram para a elaboração de uma resposta satisfatória ao problema. Para exemplificar o que estamos falando transcrevemos a seguir, a primeira exploração proposta na atividade:

Exploração 1: A construção de um problema

Entre outros sentidos, o dicionário do Aurélio nos diz que problema é uma questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento. Problemas desse tipo podem surgir quando algo foge às expectativas. Pequenas alterações em processos rotineiros podem revelar resultados inesperados e dar origem a um problema. Vejamos um exemplo:

1) Em primeiro lugar começamos por responder a uma pergunta que trata de uma situação rotineira e que é, aparentemente, não problemática. Imagine que um sujeito beba água através de um canudo bastante comprido que está inserido dentro de uma garrafa. Como todos sabem, para beber água desse modo, é preciso fazer o líquido subir pelo canudo. Mas, o líquido tem peso e, portanto, tende a permanecer no fundo da garrafa. Que tipo de ação é realizada sobre o líquido para que ele suba pelo longo canudo e contrarie a ação da força da gravidade que age sobre ele?



2) É bem possível que você possua uma boa resposta para a pergunta feita no item anterior. Respostas e explicações são produzidas por meio de palavras e, portanto, por meio de idéias e “teorias”. Uma boa explicação deve continuar sendo útil, mesmo que alguma mudança seja introduzida na situação que ela procura explicar. Façamos, pois, uma pequena alteração no processo de sucção de líquidos por meio de um canudinho. Experimente beber a água da garrafa pequena de refrigerante que será colocada sobre sua mesa por meio de um longo canudo que



atravessa a tampa. Em primeiro lugar, você tentará beber a água mantendo a tampa bem rosqueada à garrafa. Em seguida, desenroscará a tampa e tentará novamente. O fato da tampa estar ou não rosqueada à garrafa interfere de algum modo no processo? Explique.

3) Releia a resposta que você deu à pergunta formulada no primeiro item e veja se as idéias que ela contém são suficientes para explicar porque o rosqueamento da tampa interfere em nossa capacidade de fazer o líquido subir pelo canudo. Será que você está diante de um problema, ou é capaz de explicar sem dificuldades a alteração introduzida na experiência pela presença da tampa?

4) O conhecimento é produzido para ser compartilhado e, por isso, é comum que as pessoas se esforcem para produzir explicações semelhantes para um mesmo fenômeno. Compare a explicação que você produziu ao responder os itens anteriores com as explicações construídas por seus colegas. Elas são semelhantes ou são significativamente diferentes? Explique.

A tensão situada em torno da avaliação da influência do nível de estruturação do roteiro na caracterização de uma atividade como investigativa gerou a primeira discussão no grupo sobre as características desse tipo de atividade. Essa discussão foi orientada pelas seguintes questões: O que é um problema ou uma situação-problema? Uma atividade investigativa deve necessariamente ser aberta?

Os apontamentos feitos na reunião do grupo que tratou dessas questões foram sintetizados em um e-mail enviado para todos os tutores e coordenadores, além de terem sido posteriormente impressos e distribuídos entre os alunos-professores da cidade de Teófilo Otoni, em uma dos encontros presenciais que eu ajudei a organizar na função de tutora:

Características de atividades Experimentais Investigativas

1- O problema é uma pergunta que fazemos à natureza: Não existe investigação sem problema. A primeira preocupação é a de formular um problema que instigue e que oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, o problema do professor precisa ser tomado como problema pelos alunos, o que implica em explorar as idéias que eles têm a respeito dele, dialogar com elas, confrontar com outras, duvidar delas...

2- O experimento é uma modelização do real: o experimento produz mediações entre o mundo real (caótico e complexo) e o mundo teórico da ciência (organizado em torno de conceitos e modelos que simplificam e simulam aspectos atribuídos ao mundo real, de modo a explicá-lo). O experimento é a materialidade a serviço da teoria.

3- O experimento de natureza investigativa é um “puxa prosa”: a atividade deve desencadear debates, discussões, outros experimentos e atividades. Deve ser coordenada com outras atividades, experimentais ou não.

4- O experimento propicia o desenvolvimento de argumentos, por meio da coordenação entre enunciados teóricos e evidências experimentais.



5- O experimento proposto deve motivar e mobilizar os estudantes, promover o engajamento destes com o tema em investigação. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.

6- O experimento pode permitir diferentes graus de abertura e direcionamento do trabalho: atividades abertas, semi-estruturadas e fortemente estruturadas.

Mesmo depois dessa reunião e da tentativa de sistematização das idéias nela apresentadas, a tensão em torno do grau de abertura de uma atividade investigativa continuou sendo discutida. No módulo II, a disciplina ENCI A abordou esse tema em seu texto introdutório:

As atividades orientadas e estruturadas não são necessariamente equivocadas. Às vezes podemos usá-las de forma produtiva e criativa.

O que criticamos é a apresentação simplificada do fenômeno a ser observado, das variáveis que devem ser medidas, dos cálculos que devem ser realizados e das instruções para fazer toda a atividade, como se elas fossem não-problemáticas.

Onde existem atividades de laboratório, com um pouco de prática, os estudantes aprendem a seguir bem as instruções. Mas, isso não significa que eles entendam os objetivos da atividade que estão realizando, que compreendam por que a atividade foi realizada daquela forma, por que algumas grandezas foram intencionalmente alteradas antes de se fazerem medições, nem o significado dos resultados que obtiveram. Como professores, já vimos isso acontecer muitas vezes: os estudantes realizam a atividade conforme as instruções, fazem os cálculos, tabelas e gráficos solicitados, mas não entendem o que significa ter obtido uma reta ou uma curva como gráfico.

Se os estudantes não compreenderem bem o que, nem por que estão fazendo aquelas atividades, eles acabarão apenas como cumpridores de tarefas, transformando suas investigações em um ritual, como tantos típicos da vida escolar. Esta forma de trabalhar no laboratório não resulta em aprendizagens melhores do que as que conseguimos com aulas expositivas ou centradas na resolução de exercícios. Além disso, ela promove um entendimento equivocado do que são as atividades práticas, de qual é o seu propósito, e contribuem para o desenvolvimento de imagens pobres e distorcidas da ciência (apostila do Módulo II, disciplina ENCI A, página 3.)

Embora a discussão da ENCI A tenha girado em torno do planejamento de uma atividade experimental, com problema em aberto e controle de variáveis, o autor pondera já no texto introdutório que as atividades estruturadas *não são necessariamente equivocadas*. O autor tece críticas a um determinado modo de estruturação de roteiros de atividades experimentais que é comumente utilizado. Esse modo caracteriza-se não apenas pelo elevado grau de estruturação dos roteiros, que leva a uma explicitação



pormenorizada dos procedimentos, mas principalmente pela redução desses procedimentos a tarefas fragmentadas que não contribuem para que os estudantes entendam o que estão fazendo, nem porque devem seguir os procedimentos sugeridos e não outros. Essa ponderação não está em discordância com minhas próprias concepções, pois essa crítica coincide com a que fazemos ao discutir o papel da experimentação no ensino de ciências.

Embora devamos reconhecer que o autor de uma disciplina é obrigado a fazer recortes e escolher um modo de abordar o tema sobre o qual ele se propõe a discorrer, as possibilidades de uso criativo e produtivo das atividades orientadas e estruturadas, mencionadas pelo autor, não foram exploradas no decorrer da disciplina. Os exemplos de atividades escolhidos foram mais fortes do que a insinuação da existência de outras atividades adequadas ao ensino de ciências, fosse elas investigativas ou não. Apresentar uma atividade estruturada que fugisse do padrão criticado talvez resolvesse a tensão acerca da relação entre o grau de estruturação e o caráter investigativo de uma atividade de ensino aprendizagem. Essa possibilidade é sugerida em um fragmento de entrevista no qual a tutora Márcia diz:

A disciplina ENCI A, que tinha o objetivo de orientar a discussão sobre ensino por investigação no curso, não cumpriu exatamente esse papel. Não vai aqui nenhuma crítica aos autores, porque eu acho que a idéia da construção orientada de um plano de investigação muito boa para desenvolver as habilidades necessárias a um investigador. Entretanto, talvez pela limitação de tempo da disciplina, ou pela dificuldade que os professores demonstraram em realizar todas as tarefas propostas, ou por nossas próprias dificuldades em orientá-los a distância, ela não tenha tido o efeito desejado. Embora eu não tenha dados para fazer nenhuma afirmação a respeito, penso que essa disciplina acabou por reforçar uma idéia que considero equivocada a respeito do que sejam atividades investigativas, que é a idéia de que investigação é outro nome para experimentação. E, além disto, houve um entendimento, que também considero equivocado, de que para que uma atividade seja investigativa, ela não pode ter um roteiro estruturado.

Nesse fragmento de entrevista podemos inferir que a tutora tinha uma expectativa de que a disciplina desse uma resposta para a demanda do grupo no sentido de uma definição mais ampla sobre o que era ensino por investigação. Quando ela diz que a disciplina *não cumpriu exatamente esse papel* é porque os exemplos e as discussões que o autor apresentou não foram suficientes para lidar com a multiplicidade



de sentidos sobre ensino por investigação que os tutores traziam em suas bagagens. Essa tutora apresentava uma visão de atividade investigativa que não se limitava apenas às atividades experimentais com roteiro aberto, mas que abarcava uma variedade de outras atividades. Por isso, ela considerou que a disciplina ENCI A passou a idéia, *equivocada*, de que atividade investigativa é sinônimo de atividade experimental, com problema em aberto.

Não deveríamos mesmo esperar que o desenvolvimento da disciplina ENCI A resolvesse essa tensão, pois ela é apenas um enunciado em uma longa cadeia de enunciação, por meio da qual as tensões surgiram e foram levadas a algum termo. Para Bakhtin:

Qualquer enunciação, por mais significativa e completa que seja, constitui apenas uma fração de uma corrente de comunicação verbal ininterrupta (concernente à vida cotidiana, a literatura, ao conhecimento, a política, etc.). (Bakhtin/Volochinov, 1997a:123)

Temos evidências de a disciplina ENCI B contribuiu para minimizar a tensão em torno da discussão sobre a necessidade de uma atividade experimental investigativa tratar ou não de um problema em aberto, não apenas em função das características específicas dessa disciplina, como também do lugar que ela ocupou no processo, na condição de outro elo de uma longa cadeia de enunciação. Essas evidências serão apresentadas a seguir, quando essa disciplina será situada como contexto de uma nova tensão.

A terceira tensão a ser exemplificada nesta tese diz respeito à vinculação entre atividade investigativa e atividade experimental. Ela se manifestou tanto entre tutores, quanto entre autores de disciplinas. Vejamos um enunciado que remete a essa tensão e que foi extraído de um fragmento da entrevista realizada com Sandra, autoras das disciplinas ENCI B e ENCI C:

[...] Quando a gente começou a discutir aqui no ENCI o que era ensino por investigação, eu já tinha uma visão muito clara do que era. Por isso, tive um estranhamento com aquele texto trabalhado na IECN do livro da Ana Maria que aborda a investigação como a resolução de problemas. Eu não concordo com essa visão. Depois veio a ENCI A que trabalha dentro dessa perspectiva e focava o planejamento de atividades experimentais com problemas em aberto, que também não vai de encontro com a minha visão.



Essa autora diz que já tinha clareza sobre o que era ensino por investigação. De modo semelhante, é possível que essa confiança também se repetisse nos demais coordenadores. Caso contrário, no planejamento inicial do curso, no momento de elaboração das ementas das disciplinas eles teriam pautado essa discussão. Ainda é possível que, para alguns, essa questão não tivesse maior relevância em ser explicitada, uma vez que o CECIMIG apresentava uma experiência consolidada em anos de oferta do curso de Especialização. A grande novidade que era reconhecida por todos e vista como um desafio institucional não era a conceituação de ensino por investigação, mas um problema completamente novo: como formar professores em cursos a distância?

Sandra destaca dois focos de tensão entre a visão dela e a dos outros colegas autorizados a escrever sobre ensino por investigação. Para ela, restringir a investigação à resolução de problemas e ao planejamento de atividades experimentais com problema em aberto, que eram pontos de vista apresentados nas disciplinas IECN e ENCI A, não é um modo adequado de exemplificar as atividades investigativas. Afinal, essa restrição não tem contrapartida na diversidade de formas que a investigação pode adquirir na prática real das ciências naturais, em geral, e na biologia, em particular.

Enquanto Sandra revela ter clareza do que é investigação e o que viria a ser, por conseguinte, o ensino por investigação, não podemos dizer o mesmo em relação aos tutores, que eram, em última instância, responsáveis por “ensinar” aos professores o que era “ensino por investigação”. Desse modo, essa tensão entre um sentido mais geral e um sentido mais restrito dos termos *investigação* e *ensino por investigação* não é vivida da mesma maneira pelos coordenadores e tutores, como se pode verificar no fragmento de relato da tutora Márcia apresentado a seguir:

A gente foi fazendo essa discussão [sobre investigação] de uma forma meio intuitiva com os professores. Mesmo porque, eu acho, que não existia uma idéia clara entre nós, assim da gente ter certeza, do que todo mundo pensa acerca do que seja atividade investigativa. No momento atual a gente tem discutido mais isso [...]. Mas, mesmo entre os tutores que são da minha área de química, por exemplo, eu não sei exatamente o que cada um pensa a respeito do que seja atividade investigativa. Às vezes, a gente vê cada um falando e, no momento que alguém manifesta a opinião dele acerca de alguma coisa que tenha a ver com isso, a gente vê que cada um, na verdade, pensa de um jeito.



A análise desse fragmento permite atribuir aos tutores o sentimento de que o grupo precisava afinar seus discursos, no sentido de todos apresentarem uma concepção do que era atividade investigativa situada em um dado paradigma e que estaria, portanto, mais “correta” do que aquelas derivadas da intuição. Isso seria uma condição para ensinar aos alunos-professores sobre o tema, em oposição à circulação de visões intuitivas e pouco sistematizadas a que ela se referiu.. Essa tutora sugere a necessidade de “pensar igual”, mas ela conclui que cada tutor pensava diferente. Para seu estranhamento, até mesmo os tutores com a formação inicial igual à dela, graduação em química, quando falavam sobre o assunto, davam a ver que na verdade associavam o signo *ensino por investigação* a objetos diferentes. Era de se esperar, portanto, que essa diversidade de associações também se fizesse presente entre tutores com diferentes trajetórias em suas formações acadêmicas, o que pode ser efetivamente verificado por meio das transcrições a seguir:

Olivia: Pra mim a ENCI A ficou tipo assim, a atividade investigativa é a atividade prática. Não trouxe uma coisa assim "ah, o que a atividade investigativa tem de diferente"! Os alunos ficaram assim "então atividade investigativa é atividade prática?" Nela, tinha que pegar uma atividade prática e transformar em investigativa, alterando as características do roteiro, mas para isso, o professor tem que saber o quê é atividade investigativa e eu acho que eles não tinham essa idéia do quê que é diferente, nem eu na verdade.

Márcia: [...] uma coisa que eu acho que se encaixa em um modelo possível de atividades investigativas são as atividades que eu desenvolvo com filmes. Porque no trabalho com os filmes os meninos têm que fazer uma pesquisa a partir do tema do filme e do tema de estudo, eu divido a turma em grupos, e cada grupo vai olhar um aspecto do filme e dentro deste aspecto vai então expor para turma, pode surgir daí até uma atividade prática, ou uma atividade de pesquisa, ou explicar algum aspecto do filme que é difícil de entender, que tem algum tipo de conhecimento [...]

Sérgio: [...] no início do curso, também, para mim era claro a associação da atividade investigativa com a atividade experimental. Eu nunca tive problema em relação a isso.

Novamente, no fragmento de entrevista da tutora Olivia, aparece a demanda por uma definição do que é uma atividade investigativa. Contudo, à medida que as disciplinas se desenvolviam, os exemplos trazidos pelos autores, ao invés de ajudar na obtenção da tão desejada definição, desencadeavam tensões e angústias entre os tutores.



A tutora Olivia, relata que não conseguia perceber qual era a diferença marcante entre as atividades que estavam sendo propostas na disciplina ENCI A e as atividades experimentais que ela desenvolvia em sua sala de aula. Para essa tutora, as atividades investigativas apresentadas até então não traziam nenhuma novidade em relação às atividades experimentais que ela conhecia.

Na entrevista da tutora Márcia, ela evoca como exemplo de atividade investigativa o uso de filmes que ela já desenvolvia junto aos seus alunos. Isso demonstra sua discordância com a perspectiva apresentada na disciplina ENCI A. O tutor Sérgio se sentia, a princípio, mais confortável porque pensava inicialmente que atividade investigativa era um tipo de atividade experimental.

A esperança dos tutores era a de que os proponentes do curso soubessem dizer em que consistia o ensino por investigação, bem como a de que esses sujeitos ajudassem a esclarecer e a problematizar os diferentes sentidos evocados dentro do grupo. Diante dessa confiança e dessa expectativa, os autores das disciplinas dão a ver suas concepções através do material didático que escrevem para o curso, das indicações de leituras que fazem e das discussões públicas entre eles.

Vejamos como a tutora Carla explicita o lugar de autoridade dos coordenadores do curso e os estranhamentos que ela, enquanto tutora, teve com as idéias dos autores das disciplinas que foram apresentadas nos materiais didáticos:

Eu vim para cá, no segundo módulo. Quando começou a disciplina ENCI A, eu fiquei muito confusa, não vou mentir. Eu falei gente, é isso? Honestamente eu não me identifiquei com a concepção da disciplina, que tratava a atividade investigativa como planejamento de atividade experimental. Para mim, não era aquilo. Aquela coisa muito quadradinha, você tinha que seguir aquele ritual, isso tava muito fora do que eu fazia. Nossa! Como eu não sabia do processo, eu caí de pára-quedas, a minha tendência foi achar que para vocês era aquilo mesmo e eu ficava matutando. E o que é pior, eu tinha que trabalhar com os professores, mas eu não acreditava naquilo [...]. Mas com o tempo eu fui percebendo que vocês tinham a mesma dificuldade que eu. Nas reuniões vocês falavam essas coisas, aos pouquinhos vocês soltavam uma coisa aqui e outra ali e eu fui percebendo que essa não era a visão que os tutores tinham e depois percebendo que também não era a dos coordenadores. Mas foi muito complicado no início. [...] E depois começou a disciplina da ENCI B, aí eu fui ficando mais tranqüila. Eu fui percebendo que tinham várias visões de ensino por investigação.

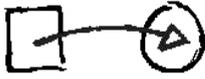


A tutora Carla diz ter estranhado a concepção de ensino por investigação apresentada na disciplina ENCI A e, por achar que todos do grupo comungavam daquela concepção, passou a vivenciar um conflito, sem explicitá-lo. Podemos inferir que essa atitude adotada por ela, de não questionar inicialmente o que estava posto, deve-se ao reconhecimento da autoridade do autor da disciplina e de outros membros do grupo para falar sobre ensino por investigação. Ela também, nos diz que aos poucos, foi percebendo que aquela concepção gerava conflitos entre os demais membros do grupo, inclusive entre os próprios coordenadores. Havia, portanto, tensão entre as concepções de alguns autores e as concepções dos tutores.

De uma maneira geral, todos se mobilizaram para encontrar pontos de consensos. Os tutores, por meio de discussões de textos e apresentação de seminários. A elaboração dos materiais didáticos do curso cumpriu a função ambivalente de proporcionar espaços para a busca de consensos entre os autores e para afirmação de seus pontos de vista. Esse processo resultou na produção de uma variedade maior de exemplos de atividades investigativas com efeito decisivo nos conflitos vivenciados pelos tutores, como se pode inferir pela fala da Carla: *E depois começou a disciplina da ENCI B, aí eu fui ficando mais tranqüila. Eu fui percebendo que tinham várias visões de ensino por investigação.*

Esse segmento do discurso de Carla permite-nos dizer que ela deixa de “lutar” contra o ponto de vista de uma das autoridades instituídas no grupo para se posicionar favoravelmente frente a outras. Contudo, essa tensão que identificamos dos autores uns com os outros e entre tutores e autores, também pode ser identificada no interior do grupo de tutores. Essa nova avaliação advém de enunciados tais como aquele produzido pela tutora Márcia, quando ela nos diz que *no momento que algum [tutor] manifesta a opinião dele acerca de alguma coisa que tenha a ver com isso [ensino por investigação], a gente vê que cada um, na verdade, pensa de um jeito.*

A variedade de sentidos atribuída ao ensino por investigação no grupo nos remete aos conceitos de polissemia e polifonia em Bakhtin. As diferentes vozes dos tutores e dos autores explicitam uma multiplicidade de sentidos que circulam entre pares, ou seja, entre sujeitos que ocupam posições semelhantes na hierarquia do grupo,



mas também entre aqueles situados em dois níveis hierárquicos diferentes, ou seja, entre tutores e autores.

A disciplina ENCI B, assim como as que a antecederam, não apresenta uma definição generalizável do que é uma atividade investigativa. Na medida em que ela traz novos exemplos, ela amplia a visão do que é ensino por investigação. O modo como essa discussão foi sendo feita ao longo do curso foi destacada na fala da tutora Carla, quando ela diz: *Eu acho que é muito importante mostrar essas várias maneiras de conceber a atividade investigativa*. Isso significa que é mais apropriado enriquecer uma discussão, que é complexa, trazendo exemplares de sala de aula do que fornecendo uma definição. Em outras palavras, esse enunciado sugere que existem situações em que o pensamento narrativo é mais eficaz que o pensamento paradigmático.

Ainda na disciplina ENCI A, surgiu uma quarta tensão no grupo: uma atividade investigativa poderia trabalhar apenas um aspecto da investigação? Nessa disciplina, o autor faz a opção por trabalhar apenas uma parte do processo de investigação, que é a construção de um plano de investigação. Essa opção foi declarada por ele durante uma entrevista, da qual destacamos:

[...] Eu procurei caracterizar as etapas de uma investigação sem detalhar muito e apresentar várias atividades das primeiras etapas do ciclo. Por que a primeira etapa? A idéia de ser um material voltado para professores da escola pública, eu pensei que esses professores dificilmente vão ter oportunidades de desenvolver investigações completas com seus alunos [...]

Essa opção do autor gerou um estranhamento no grupo, pois alguns tutores tinham a crença que ao desenvolver uma atividade investigativa seria necessário trabalhar várias etapas ou processos atribuídos a investigação em uma mesma atividade, tais como: *gerar um problema, planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico a partir dos dados, comunicar resultados, etc.* Percebemos essa tensão na fala do tutor Sérgio:

Então eu pensava que a investigação estava mais ligada a um experimento em que o aluno tinha que vivenciar todo o processo. Não pensava que a gente podia separar esses processos e trabalhar eles separadamente em atividades diferentes [...]. Não pensava em trabalhar com apenas parte do processo, como evidência, levantamento de dados, discussão.



Essa tensão foi problematizada, por esse tutor, várias vezes durante as reuniões. Uma vez que tais exemplos vinham ao encontro de suas concepções iniciais, a princípio, ele não estranhava a associação forte que a disciplina fazia entre atividades experimentais e atividades investigativas, nem o fato dos exemplos das atividades serem de problema em aberto. Na disciplina ENCI A, uma das coisas que mais o incomodou foi a escolha do autor em trabalhar apenas com uma parte do processo de investigação, ou seja, o planejamento da investigação, pois ele pensava que uma atividade de cunho investigativo implicava na necessidade de se trabalhar com “todo” o processo de investigação.

Uma quinta tensão vivenciada no grupo se iniciou com a disciplina IECN e ficou mais forte durante o desenvolvimento da disciplina ENCI A. Essa tensão diz respeito à autoria ou à participação dos estudantes na formulação do problema de uma investigação. Ao rememorar sua trajetória no ENCI, o tutor Sérgio nos disse:

Eu pensava, também, que [aquelas atividades propostas na IECN e ENCI A] eram exemplos de investigação, mas naquelas situações a gente tinha que dar o problema para eles [os estudantes]. Ai eu achava que tinha um problema [na concepção das atividades], pois a parte principal da investigação, os alunos não faziam que é a construção do problema. Eu pensava que a investigação estava mais ligada a um experimento em que o aluno tinha que vivenciar todo o processo. Durante o curso, eu fui vendo que era possível trabalhar com os alunos um problema que você propõe e eles se apropriarem desse problema, mesmo não sendo proposto por eles.

O tutor Sérgio achava que era problemático caracterizar como ‘investigativas’ as atividades apresentadas nas disciplinas IECN e ENCI A. Em sua opinião, a etapa mais importante da investigação era a construção do problema por parte do aluno, mas todos os exemplos de atividades investigativas fornecidos nessas duas disciplinas os alunos eram confrontados com um problema previamente elaborado. Alguns tutores também partilhavam desse incômodo, por isso, durante o desenvolvimento da disciplina ENCI, o grupo de tutores fez uma discussão acerca do conceito de autoria do problema. Para o tutor Sérgio parece que essa tensão foi resolvida, pois segundo suas palavras: *Durante o curso, eu fui vendo que era possível trabalhar com os alunos um problema que você propõe e eles se apropriarem desse problema, mesmo não sendo proposto por eles.*



Já nos pronunciamos sobre o modo como a disciplina ENCI B, que compunha o Módulo III, participou da construção de tensões sobre a vinculação entre atividade investigativa e atividade experimental e sobre o grau de estruturação de um roteiro destinado ao desenvolvimento de uma atividade de cunho investigativo. Mas, essa disciplina também participou da deflagração de uma sexta tensão. Mesmo contribuindo para que o grupo caminhasse em direção a uma estabilização de sentidos em termos de consensos produzidos naquele momento, a disciplina ENCI B gerou uma nova tensão ao longo do seu desenvolvimento, pois um de seus propósitos pedagógicos era apresentar o ensino por investigação como um instrumento para fomentar a aproximação da ciência escolar com a ciência dos cientistas. Contudo, alguns tutores não concordaram com esse propósito. Podemos extrair indícios desse estranhamento nos trechos a seguir:

Sérgio: Essa disciplina apresenta uma visão clara de ensino por investigação, que é a investigação como uma maneira de aproximar a ciência escolar da ciência dos cientistas. Que eu não concordo muito com ela. Mas ela apresenta uma outra perspectiva de ensino por investigação diferente das outras e traz novos exemplos de atividades investigativas.

Márcia: Eu penso que foi a partir das discussões propostas no Módulo III que nós começamos a ampliar nosso entendimento sobre quais seriam as características de uma atividade investigativa na escola, e que isto é diferente de uma investigação em um laboratório de pesquisa em Física ou Química. Mas, eu acho que a ciência escolar não precisa ser igual à ciência dos pesquisadores acadêmicos.

Apesar de reconhecer a importância da disciplina ENCI B para o grupo e o fato dela ter ampliado o leque de exemplos de atividades investigativas, esses dois tutores questionaram um dos aspectos da visão de ensino por investigação que essa disciplina apresentou. Para eles, a atividade investigativa não era somente atividade experimental com problema em aberto, e nesse sentido eles concordaram com a autora da disciplina. Discordavam, no entanto, que essa abordagem de ensino devesse ter como objetivo aproximar as atividades desenvolvidas na escola das práticas dos cientistas.

A tutora Olivia, citada a seguir, ao falar da sua aproximação inicial com termo investigação, já apresentava uma preocupação de se trabalhar na escola aspectos da natureza da ciência. Talvez por esse motivo, estranhou as perspectivas de ensino por investigação apresentadas nas duas disciplinas anteriores à ENCI B e se sentiu



confortável ao recebê-la, chegando inclusive a redefinir as possibilidades abertas pelas atividades investigativas.

Olivia: Para mim, a ENCI B trouxe novos elementos para discussão do papel da evidência, da argumentação, do que é verdade, da possibilidade da construção do conhecimento. Ela deu espaço para a gente discutir um pouco do que é ciência e como se faz ciência: questões importantes no ensino por investigação. Então, quando você vai fazer esse tipo de atividades na escola você cria oportunidade para discutir com os alunos o porquê de fazer tais atividades, qual o sentido de construir um conhecimento que já está construído. Aí eles começam a perceber que faz sentido e começam a ver, além do conceito, outras coisas que também, fazem parte do fazer ciência. Então eu acho que a ENCI B ela contribuiu mais nesse sentido [...]. Para mim, a atividade de investigação tem que trazer algo mais, do que desenvolver atividade prática, que é essa questão de trazer um pouco de flexibilidade, de autonomia, da possibilidade do professor desenvolver a atividade de um modo diferente, com roteiro estruturado ou não. O professor tem que ver a atividade como uma oportunidade do aluno construir um conhecimento, que não é só de um conceito específico, mas valorizar os momentos de diálogo entre os alunos, de argumentação, de erros, que também são importantes, fundamentais para a construção do conhecimento.

Para Olivia *a atividade de investigação tem que trazer algo mais*, independentemente se é prática ou se é estruturada. O que importa, no julgamento dela, é estimular o professor a explorar possibilidades que vão além da mera transmissão de conceitos. Entre essas possibilidades, ela destaca a importância de se valorizar a dialogia, a argumentação e de auxiliar os estudantes a compreender que os erros são inerentes a todo e qualquer processo de produção de conhecimentos. Concepções semelhantes podem ser observadas em entrevistas com outros tutores, como nos casos que seguem:

Carla: [A atividade investigativa permite] buscar o porquê das coisas de forma autônoma, criar oportunidades para pensar e construir coletivamente com os colegas.

Renata: Eu acho que o ensino por investigação permite uma visão da ciência, o que é trabalhar em equipe e trabalhar com a dúvida, que outro tipo de ensino não permite.

Márcia: Então, acaba que a formação do aluno, embora não seja uma formação completa, pode se tornar mais diversificada e permitir a busca por coisas que ele não sabe [de antemão] e uma série de vivências de posturas frente ao mundo, que faz diferença quando a gente chega ao curso superior. Por outro lado é impossível fazer isso o tempo todo.



Ao longo das entrevistas dos tutores, podemos perceber que algumas das tensões que acabamos de analisar foram sendo resolvidas durante os encontros de formação do grupo, como resultado das interações entre tutores, entre tutores e coordenadores ou entre tutores e autores. Sentidos foram negociados e consolidados seja em momentos específicos e possíveis de serem precisados, seja em outras situações que nem nos damos conta de quando e como ocorreram. Exemplo disso está presente na análise que o tutor Sérgio e a tutora Olivia fazem da formação que o grupo viveu nesse período:

Sérgio: Eu acho que a disciplina ENCI A teve um papel importante, pois o autor tinha uma visão bem clara do que era para ele atividade investigativa. Ele tinha os pressupostos dele e quando essa disciplina foi posta na roda, teve algumas pessoas que apresentaram um certo estranhamento. Êpa! Ensino por investigação não é só isso! E aí começou a discutir outras perspectivas e a buscar outros caminhos. Aí, vieram as disciplinas da ENCI B e ENCI C, que ampliou os exemplos de atividades investigativas e que deu mais conforto para o grupo. O pessoal ficou crítico em relação as atividades da ENCI A de discutir planos investigativos, de vivenciar esse processo. Mas neste sentido essa disciplina foi muito importante. Era uma posição bem definida, fazia uma crítica às atividades estruturadas, mas que as pessoas achavam restrita. Nesse período todo, essa disciplina funcionou como parâmetro para começar toda a discussão sobre atividade por investigação. Aí começou todo um movimento do grupo em torno dessa discussão. Pois antes disso, a gente não sabia direito o quê que a gente tava chamando de investigação.

Olivia: Eu acho que, por mais que a gente tenha aprendido muito nas discussões das disciplinas do curso, foi muito difícil para a gente, que tinha que ensinar uma coisa da qual a gente não tinha segurança. Só no último módulo a gente teve mais tranquilidade. Todo mundo estava mais feliz e aliviado, aprendendo e sabendo o que estava ensinando. Porque antes, acho que foi muita coisa nova, muita informação de uma forma dispersa, sem nenhuma definição e foi muito cansativo e angustiante para os tutores, o que se tornou uma coisa quase inviável.

Concluimos que as tensões de fato foram percebidas e constituídas como problema para os tutores, e entendidas como parte de um projeto de formação. Por outro lado, os modos como as dúvidas e indagações foram enfrentadas no grupo levaram a um desfecho em termos de estabilização de sentidos acerca do ensino por investigação. São desses consensos que trataremos a seguir.



V.2- Consensos construídos

Como pudemos observar na seção anterior, durante a primeira edição do curso, circularam diferentes sentidos para o termo ensino por investigação. Alguns foram objeto de tensões mais intensas, enquanto outros foram menos problemáticos. Observamos também, por meio dos dados, que alguns pontos de tensão foram desaparecendo da pauta das discussões, enquanto outros foram assumindo maior espaço nas indagações do grupo. É possível indicar momentos de inflexão no debate ou até mesmo nos embates, bem como indícios de superação de determinadas visões nos discursos dos sujeitos envolvidos. Contudo, nem sempre foi possível flagrar por meio das enunciações o momento ou o modo como tais tensões foram resolvidas ou dissolvidas. Posto isso, constatamos que, ao longo do curso, foi-se construindo entre os coordenadores e os tutores um relativo consenso acerca das principais características das atividades investigativas, das suas finalidades e dos modos de desenvolvê-las.

Como afirmamos no capítulo II, nós consideramos que os consensos não são produtos de uma ação entre amigos, mas de trabalho semiótico. Eles só se produzem na medida em que as inquietações dos sujeitos envolvidos vão sendo resolvidas. É pela mudança interna, explicitada verbalmente ou flagrada por meio de pequenos gestos e intenções, que os consensos são produzidos, enunciados e reconhecidos pelos sujeitos como sendo consciência própria, palavra própria, isto é, produto de sua autoria.

Na medida em que os tutores, autores e coordenadores dão destaque às suas dúvidas, eles as narram como uma memória de passado, fornecendo indícios de que essas dúvidas, de certo modo, foram resolvidas, ainda que a nível do sujeito. Entretanto, é preciso destacar que em alguns dados, os indicadores de mudanças ocorridas são mais flagrantes a nível do coletivo. Desse modo, explica-se porque os dados que nos ajudam a pensar nos consensos têm origem, tanto na entrevista feita com tutores e autores, quanto na reunião do grupo de tutores e coordenadores. Particularmente, no caso dos consensos, foi importante analisar um conjunto maior de turnos de fala, pois ao contrário das tensões que se explicitam em momentos mais definidos, os consensos só



podem ser compreendidos como produto de uma longa e intensa interação verbal entre os sujeitos.

Vejamos algumas situações de manifestação dos tutores em relação ao que eles pensavam inicialmente e a análise que eles fazem das mudanças em suas visões.

Sérgio: Eu nem tinha idéia do que significava esse negócio. Depois eu vi que não era só eu, que essa idéia de ensino por investigação foi construída ao longo do curso, não é? (...)

(...) Essa minha mudança de concepção durante o curso, eu não sei se os professores perceberam. Mas, durante o próprio curso isso também aparecia. As disciplinas apresentavam concepções diferentes de investigação.

Renata – (...) Mas, me mudaram algumas concepções, por exemplo, uma mudança foi que eu achava que tinha que ter alguma coisa meio que experimental, em função, exatamente da minha experiência. (...) Então, isso foi uma das coisas que mudou com o ENCI, porque eu comecei a ver que [para algo] ser investigativo, não precisa de você fazer experimento para comprovar.

(...)] Mas, com nossas reuniões, que eu acho que foram ricas e até mesmo as próprias disciplinas, a gente começou a ver que não era só isso. Também, não era só investigar a partir de experimentos, o investigativo não era só experimental. Foi muito rico para mim também, como uma construção.

Ao longo do curso foi necessário um esforço coletivo para construir alguns consensos frente aos vários sentidos sobre ensino por investigação. Essa necessidade sentida principalmente pelos tutores decorreu da responsabilidade de tutorar os alunos-professores no ENCI. Nas entrevistas, os tutores destacam que esse processo vivenciado por eles, além de ter sido rico, resultou de uma conjunção de ações como, por exemplo, as disciplinas e as reuniões semanais, além de indicarem que elas ocorrem em vários momentos do curso, elas são produto de uma construção coletiva.

Para fomentar uma discussão de síntese sobre esse tema, faltando um mês para o encerramento do curso, uma reunião foi pautada a partir das seguintes questões: 1- *Que características fazem com que uma atividade de ensino aprendizagem se torne uma atividade investigativa?* 2- *Qual o objetivo desse tipo de atividades e o que se ganha ao realizá-las?* 3- *Que mediações são necessárias para se conduzir esse tipo de atividades em sala de aula?* Como se vê as próprias perguntas já anunciam uma idéia de que as



atividades não são, por si mesmas, investigativas, mas que alguns elementos podem dar a elas esse caráter. De novo, recorremos a Bakhtin para compreender e justificar essa atitude de sugerir modos específicos de pensar sobre uma questão. As reuniões eram todas de formação dos formadores e não necessariamente ocorriam de modo neutro para que os pesquisadores pudessem coletar seus dados e fazerem suas pesquisas. Esse jeito de perguntar já era consequência do investimento em leituras e revisões de bibliográficas por parte da autora dessa tese e dos coordenadores/orientadores. Para Bakhtin, toda compreensão é uma atitude responsiva dos sujeitos e produto de interações verbais, nas quais cada um trás para o diálogo aquilo que sabe e pensa sobre o mundo.

Passamos a analisar o modo como essas questões são enfrentadas no grupo, na seqüência em que cada enunciador toma a palavra.

Márcia: Pensando no meu aluno, eu considero a atividade como investigativa quando ela permite a ele uma autonomia para procurar resposta para entender alguma coisa. Quando ele começa a ter dúvidas e a correr atrás. Quando a atividade permite isso, ela é investigativa. Quando penso nisso, obviamente estou pensando no meu contexto. Por exemplo, quando estou trabalhando com uma atividade de eletroquímica e o aluno vai fazer o cobreamento de uma chave. Uma coisa sou eu colocar tudo lá para ele, outra coisa é quando ele vai procurar, em algum lugar, como fazer, procura um roteiro na internet, depois procura o material. E na hora de fazer a atividade, o prego começa a ficar preto. O menino queria cobrear o prego e ele ficou preto. Aí eu falo

– lê direito, tá falando que tem que balançar.

– Mas balançar para quê?

– Para tirar as bolhinhas.

– Mas para quê tirar as bolhinhas?

– Para não ficar preto.

Então isso é investigativo. O menino fez um tanto de vezes; fez e não deu certo; o prego cobriu de dióxido de cobre que ficou preto. E quando ele descobre porque que ficou preto, ele faz uma carinha boa demais! Quer dizer, isso foi investigativo. E eu podia ter dado a mesma atividade de outra forma e do jeito que foi dado, em que ele tinha que buscar, discutir com os colegas, montar, testar, refazer, isso torna a atividade investigativa.

Virginia: Se você tivesse falado para ele como faz, ao invés dele buscar na internet, você falasse para ele que existe uma técnica e a partir de então, todo o procedimento seria o mesmo: mudou de cor, não mudou, balançou, deu bolhinha. Isso também não seria uma atividade investigativa? A diferença seria: uma ele buscou na internet, a outra você levou.



Márcia: Bom, tem um passo que tem que balançar a chave para tirar as bolhas, pode ser só um passo, que ele pode fazer sem entender o que ele fez. Mas na hora que apareceu um problema para ele, a chave ficou preta e não era para ficar, pois ele tava querendo era cobrear, aí é diferente. Eu posso ter um passo a passo bonitinho.

Alberto: Mas você pode pular esse passo. Então a diferença fundamental é onde ele busca o roteiro?

Márcia: Não! Claro que não! A diferença não é ele ter que buscar o roteiro!

Beatriz: Ela está querendo dizer o seguinte: quando se cria no aluno a necessidade de resposta aí se tem uma atitude de procura, de busca, de investigação.

Márcia: O fato de ele ter buscado na internet deixa ele com a responsabilidade de descobrir porque está dando certo ou não. Por que se está lá na mesa e é para resolver naquela aula de 50 minutos e tem que seguir aquilo ali e acabou, ele vai ter que seguir o roteiro e fazer o que deu. Se ficar preto é porque não deu certo, como acontece todas as vezes. Aí o experimento não deu certo. Mas se ele vier procurar saber por que não deu, ou o que aconteceu, é investigativa também. É o fato de ele ter essa liberdade de buscar as coisas. Eu falei que tinha que ficar da cor de cobre e não deu, ele tem que buscar saber por que não deu. Aí ele tenta mudar: “o quê eu fiz que não deu certo”.

Alberto: Você está colocando duas estratégias. Neste caso específico, [o aluno] foi lá buscar como fazer uma atividade que respondesse o problema ou que ele se comprometesse um pouco mais com o problema. Aí a estratégia foi essa. O compromisso dele de pensar: “como é que faz isso?”. Essa é uma história. A outra história é a atitude dele, o envolvimento com a atividade e por azar, se no roteiro que ele buscou na internet tivesse todos os passos direitinho, dizendo sacode, não teria dado errado.

Márcia: Tinha [a orientação]! Era lá [na internet] que estava, mas ele não sabia por que [tinha que agitar] e ele não levou isso muito a sério, a orientação de que tinha que agitar para não ficar preto. E quando eu perguntei:

– Por que ficou preto?

– Ah, mas pode ser a bateria que eu usei que era de 4,5V e tinha que ser de 9V.

– Eu disse: Pode ser

– Ah! então, vamos fazer uma associação de pilhas.

Aí eles [os estudantes] tentaram um monte de coisas.

– Eu disse: Fica preto porque está formando outra coisa que não é cobre.

– Aí eu conversei com o grupo: Mas no roteiro manda sacudir para não dar bolhinhas.

– Mas não está tendo muita bolhinha.

– Então abaixa e olha, está formando bolhinha.

– É mesmo!



– Sacode e olha!

Isso é um negócio interessante, não foi da primeira vez. Ele fez umas três vezes e foi descobrindo aos poucos o que era. Não é o fato de buscar na internet. Eu tenho o roteiro. Mas, ele achou e já trouxe antes que eu entregasse. Uma atividade assim é investigativa, o menino correu atrás. Não deu certo. Fez de novo, tentou ver o que mudou no processo até conseguir. Eu acho que assim é investigativo. Eu falei várias coisas, mas só fez sentido quando ele prestou atenção nisso, naquilo que ele não tinha levado muito a sério.

Nessa discussão a tutora Márcia caracteriza a atividade investigativa como uma atividade que o aluno toma para si um protagonismo quando se engaja na solução de um problema. Além disso, o exemplo que ela apresenta implica em uma postura diferente do professor. O professor não impede que os alunos vivenciem o problema ela não diz logo de partida o que deve ser feito para se obter o efeito do cobreamento. Ao invés disso, o professor, isto é, a própria tutora, permite que os alunos sigam pistas falsas, como no caso da hipótese por eles levantada de que a ausência do efeito desejado estaria relacionada ao fato de que a tensão elétrica inicialmente utilizada era inferior àquela sugerida no roteiro.

Neste tipo de atividade, é diferente tanto a relação do professor com o conhecimento, quanto a relação do aluno. O aluno tomou para si a responsabilidade de chegar a uma resposta satisfatória para o problema e demonstra seu engajamento ao se antecipar à professora pesquisando na internet sobre o processo de cobreamento. O resultado não estava de acordo com suas expectativas, mas ele não desistiu. Ao invés disso, persistiu, mudou os procedimentos, comparou o que fez com o que estava descrito no roteiro, refez o experimento, tentou descobrir o que os impedia de produzir o efeito desejado, até conseguir solucionar o problema. O problema nesse caso, e isso é importante dizer, não era “produzir o cobreamento de uma peça metálica”, um enunciado típico de roteiros experimentais usados na escola, mas algo do tipo: “por que não obtive o efeito desejado se eu segui os procedimentos mencionados”.

O exemplo é rico porque ele nos permite compreender que uma investigação efetivamente realizada em sala de aula não ocorreu em função da presença ou ausência de um problema aberto. Também não parece ter sido influenciado pelo grau de estruturação do roteiro, nem pela observação de etapas supostamente associadas a



métodos nas ciências, ou pelo respeito a fases constitutivas de atividades investigativas escolarizadas, ou por uma possível semelhança entre aquilo que se propôs aos estudantes e as práticas culturais das ciências. Tudo o que ocorreu nesse caso foi um autêntico engajamento dos estudantes. Com isso, não estamos a afirmar que seja esse o fator preponderante na caracterização de uma atividade como investigativa, embora esse fator seja efetivamente essencial. Estamos a dizer que as investigações escolares são episódios às vezes difíceis de antecipar, mas que podem surgir ou não surgir em ambientes de aprendizagem com certas características.

Passando a observar essas características, voltamos a destacar o fato de que o professor – personagem desse episódio- não dá aos alunos uma resposta de imediato, mas questiona, instiga e auxilia os alunos a investigar o que poderia estar dando errado naquela atividade. Só depois de acompanhar certo número de tentativas frustradas o professor, enfim, intervém dizendo exatamente o que era preciso fazer para se obter o efeito desejado. Sendo, portanto, prescritivo nesse momento. Podemos dizer que o professor desse episódio configura o ambiente, estimula a realização de uma atividade e dá certa autonomia aos estudantes para realizá-la. A discussão em torno desse episódio estabilizou o consenso no grupo de que as atividades investigativas valorizam a autonomia do aluno e desencadeiam debates.

Vejamos como essa discussão prossegue:

Elizabeth: Quando você estava contando essa história... fiquei pensando nas características das atividades investigativas. Primeiro tem que partir de um problema [...]

Sérgio: Essa é uma característica importante!

Elizabeth: [...] ser problematizadora.

Beatriz: Bachelard fala isso: que todo conhecimento é resposta a um problema. E isso uma atividade investigativa tem que ter.

Virginia: Aquela atividade estava sendo feita para saber como acontece o cobramento. Como você faz? O que acontece durante o cobramento? Tem um problema que está por trás, o problema da pessoa.

Alberto: O problema que surgiu é que criou a necessidade de uma busca de solução e [foi o] que esclareceu alguns mecanismos do processo. A solução primeira, isso está lá em Piaget. Ele fala que nos procedimentos, um êxito precoce na verdade aborta um processo. Você aprende muito mais com o erro. O erro te coloca uma atenção para com



os mecanismos, quer dizer, está formando, uma substância, mas não é a substância esperada. Mas, o que essa substância pode ser?

Márcia: O problema colocado, o principal do roteiro pronto, pode não ser o do aluno. É no processo que vai aparecer o dele. O problema dele, não é o problema proposto e para esse, se ele encontrar de cara uma solução, não vai ser um problema.

Beatriz: Assim como pode surgir um problema e ele não ir atrás da resposta. E não investigar.

Márcia: Sim, e nesse caso, ele não procedeu de maneira investigativa. Ele chegou na primeira resposta que agradasse o professor e parou ali.

Nessa seqüência da discussão, o grupo diz que para uma atividade ser investigativa ela deve possuir um problema. Contudo, não aparece na discussão a tensão que existiu durante boa parte do curso e que estava associada a uma suposta necessidade de que as atividades investigativas devam partir de um problema em aberto. Parece que essa tensão foi resolvida ao longo do curso. A questão que efetivamente se discutiu na reunião que estamos a transcrever foi se o problema posto pelo professor teria que ser tomado pelo aluno como sendo dele, podendo ainda dar origem a novos problemas dos quais o aluno se aproprie. Se isso acontece o aluno se engaja na atividade e é isso que o levará a investigar. A idéia é a de que o problema não pode desencadear uma resposta imediata, senão o aluno não tem motivos para realizar uma investigação. Dessa forma, podemos dizer que essa discussão estabeleceu o consenso de que as atividades investigativas partem de situações nas quais os alunos reconhecem e valorizam um dado problema.

Continuando com a apresentação da discussão:

Beatriz: Então, depende do professor, depende do material e depende também do aluno. Nenhuma dessas três coisas garante nada. Para a gente fazer uma atividade investigativa, a gente precisa de um conjunto de coisas acontecendo, a vontade, a disponibilidade, o desejo, a turma, a paciência do professor para deixar o menino tentar, ir a trás, errar, voltar, aprender com o erro.

Helena: A condução da atividade também é muito importante. Às vezes o professor nem dá a oportunidade para o aluno pensar e vai logo respondendo. Por isso, a maneira com que o professor conduz a atividade é determinante.

Beatriz: E aí talvez a questão não fosse perguntar o que caracteriza uma atividade investigativa, mas o conjunto de critérios, características que permitem essa aula acontecer desse modo.



Alberto: O que ela está chamando a atenção é que não está colocado na atividade um fim. A atividade enquanto prática social, enquanto contexto.

Sérgio: mas tem algumas características que fomentam, que criam maior possibilidade das pessoas para aquilo. Esse negócio de descrever, de levantar uma questão, propor uma solução, levantar dados, estabelecer relação entre teoria e evidência, aplicar uma idéia científica. Isso tudo faz parte de uma atividade investigativa. Então, não são todas as atividades que possibilitam essas coisas.

Patrícia: Isso tudo faz parte de atividades investigativas, mas a questão é: todas as atividades investigativas têm que ter essas características?

Sérgio: Não necessariamente. Mas eu acho que tem que ter uma dessas características.

Beatriz: O que eu estou dizendo é que não tem atividade à prova de professor, de sala de aula. Às vezes a gente cria uma ilusão de que isso aqui é [investigativo] e isso aqui não é [investigativo]. Esse maniqueísmo do mundo de classificar e separar tudo em o que é atividade investigativa e o que não é. Você pode ter uma atividade com todas essas características e ela não se traduzir em uma atividade investigativa.

Patrícia: No fundo você está falando é que tem situações de ensino aprendizagem que são investigativas.

Beatriz: Eu estou dizendo é que a sala de aula vive uma tensão que decorre de um conjunto de elementos que compõe a aula, que vai desde o tempo, o currículo, o professor, os alunos, o material, o espaço físico da sala. Ou seja, toda a organização do espaço, da gestão influi nessas coisas. Quando a gente está falando dos limites das possibilidades, etc, eu fico pensando muito nos professores. Vamos pensar em uma coisa entre nós. Atividade investigativa. Toda atividade investigativa é só experimental?

Todos: Não!

Beatriz: Toda atividade experimental é investigativa?

Todos: Também não!

Beatriz: Está claro isso para nós? Está certo isso para nós? Isso é consenso?

[...]

Essa discussão remete novamente a importância da postura do professor frente ao desenvolvimento da atividade, ou seja: *a vontade, a disponibilidade, o desejo, a paciência do professor para deixar o menino tentar, ir a trás, errar, voltar, aprender com o erro*. Contudo, essa discussão vai mais além, e enfatiza que para o ensino por investigação se concretizar é necessário um conjunto de elementos articulados ao mesmo tempo que dependem do professor, dos estudantes, do material didático e das circunstâncias em que a atividade ocorre.



Essa discussão também nos aponta que não existe um roteiro que contenha todos os traços importantes de uma atividade investigativa. Também não existe “o exemplo” por excelência. Um roteiro pode explorar vários dos processos mobilizados durante uma investigação, como também pode explorar apenas um. Outro consenso que podemos destacar é aquilo que permite a uma dada experiência educacional apresentar aspectos do ensino por investigação é mais o ambiente de ensino aprendizagem do que as atividades em si mesmas. E, finalmente, é possível assinalar outro consenso acerca de que não se deve restringir as atividades investigativas às atividades experimentais.

Continuamos com a seqüência da discussão:

Olivia: Eu fico pensando será que o professor está em sala de aula ensinando para inserir o aluno em uma cultura? Acho que quando o professor entra na sala de aula e fala, através da explicação, para fazer o aluno entender, seu objetivo é inserir o aluno nesse mundo. É como se você tivesse dando um vocabulário para ele se movimentar ali. Agora se o professor tiver o objetivo claro de que o aluno entenda e conheça sobre a natureza da ciência, que eu acho que é mais raro de acontecer, ele planeja uma atividade para isso acontecer. Eu sinto isso na minha prática. Eu me preocupo com isso, mas acho que ainda fica em nível do discurso. De falar sobre a natureza da ciência para o aluno e não de viver [uma] prática que propicie ele a viver isso de uma forma explícita. Porque a angústia fica nesse tempo e no tanto de coisa que se tem que ele tem que minimamente dominar como vocabulário.

Alberto: eu acho que você está colocando outro parâmetro. Pois até então, todas as falas estavam circulando o que é que distingue uma atividade investigativa [de uma que não é]. É um conjunto de “ações” que faz o aluno se colocar enquanto sujeito ativo, que tem questões, que busca ações, que está partilhando da produção de sentido na sala de aula. Você colocou outra dimensão de que a atividade investigativa seria uma atividade que problematiza a própria investigação. O próprio ato de produzir conhecimento sobre a ciência.

Sérgio: Só uma parte aí Alberto. Mas eu acho assim, tem uma coisa que ela problematizou e que a gente problematiza demais que é essa parte de tentar aproximar a ciência escolar da ciência do cientista. Eu acho que antes de tudo a atividade investigativa é uma estratégia de ensino. É um jeito de você pensar, você coloca o aluno envolvido em uma atividade, interagindo com alguma coisa.

[...]

Olivia: Com relação a essa questão que é a principal [e que o Alberto disse que era] outra dimensão, eu quero retomar. Para mim, atividade investigativa é uma atividade que favorece, explicita alguma coisa que é o processo da natureza da ciência. Consciente ou não, o aluno e o professor, vão vivenciar isso e tornar esse processo mais destacado ali. Que seja simplesmente tentar responder uma pergunta, então. Aprender sobre ciência. Mesmo que o objetivo seja aprender um conceito, o aluno vai experimentar uma coisa que é mais do que aprender ciências.



Nessa seqüência da reunião aparece uma discussão acerca da necessidade de introduzir a dimensão do ensino *sobre* as ciências na educação em ciências. A tutora Olivia se refere à angústia associada ao fato de que introduzir o estudante na linguagem e no mundo das ciências envolve um grande investimento de tempo, o que aparentemente prejudica a orientação de se promover reflexões sobre a natureza das ciências em uma perspectiva mais diretamente vinculada ao desenvolvimento do conhecimento epistemológico dos estudantes. O coordenador Alberto não se refere a essa angústia limitando-se a destacar que a fala de Olivia introduzia uma dimensão nova a uma discussão até então centrada nas características das atividades investigativas. Logo em seguida, o tutor Sérgio sugere que a fala de Olivia também coloca em questão a tensão que emergiu ao longo do projeto sobre a aproximação da ciência escolar com a ciência dos cientistas. Essa sugestão não é assumida pela própria Olivia que então reitera que havia sido o Alberto aquele que compreendeu, ao menos parcialmente, o que ela pretendia dizer.

Essa análise ilustra a afirmação que fizemos no início desta seção quando dissemos que as tensões são mais bem marcadas no espaço-tempo do que os consensos. No episódio que acabamos de transcrever podemos perceber que a referida tensão permanecia em aberto para Sérgio, tendo mediado sua atitude responsiva a partir da qual ele compreendeu a fala de Olivia. Nem a própria Oliva e nem o coordenador Alberto, todavia, parecem ter ecoado a tensão reexplicitada por Sérgio e por isso insistem que a fala de Oliva tinha outra intenção.

Considerando-se que os consensos analisados nesta tese foram gerados como produtos de um processo de formação de formadores que atuaram como tutores no interior de um determinado curso, concluímos dizendo com Bakhtin que todo esforço de significação é trabalho semiótico. Um dos momentos de destaque desse trabalho ocorreu durante a produção coletiva de uma síntese que emergiu como resposta a uma atividade proposta na disciplina ENCI C. Nessa atividade, pedimos aos alunos-professores para comparar as atividades desenvolvidas na série de disciplinas ENCI-A, ENCI-B e ENCI-C, com o intuito de promover uma reflexão acerca das contribuições dessas atividades para sua aprendizagem.



Por decisão dos tutores, a atividade foi modificada, de modo a apresentar também um quadro com duas colunas (anexo 5). Em uma dessas colunas, foram apresentadas cinco características das atividades investigativas concebidas pelos tutores e apresentadas a seguir. Na outra, foram relacionados os tipos de atividades desenvolvidas nas diversas disciplinas que compuseram o curso ENCI: atividades práticas, atividades de simulação, atividades com banco de dados e atividades de avaliação de evidências.

Em uma reunião imediatamente posterior àquela de onde tiramos os últimos fragmentos transcritos na atual seção deste capítulo, os tutores produziram esse quadro dando origem a uma atividade discursiva que nos dá uma medida dos consensos gerados na última disciplina do curso e em uma das últimas reuniões de formação do grupo.

As características das atividades de natureza investigativa definidas nessa ocasião foram: Construir um problema; aplicar e avaliar teorias científicas; propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; valorizar o debate e argumentação; permitir múltiplas interpretações. A seguir descreveremos cada uma dessas características tomando como referência as tensões e consensos anteriormente apresentados neste capítulo, bem como alguns registros pessoais que a pesquisadora e tutora fez dessa reunião.

Construir um problema: para o grupo, o problema pode partir do aluno ou ser proposto pelo professor. O importante é que o problema formulado instigue e oriente tanto o trabalho do aluno, quanto do professor com o aluno. No caso da situação-problema ser apresentada pelo professor é importante que seja reconhecida e apropriada pelos alunos. Permitir que um problema seja assumido como próprio implica criar oportunidades para que os estudantes explorem as idéias que eles têm, confrontem suas idéias com outras novas, duvidem, questionem e se engajem na busca de respostas para a situação-problema. Um problema, no sentido aqui evocado, é uma situação que conduz a uma indagação para a qual o sujeito não dispõe de uma resposta imediata a ser simplesmente evocada, o que o remete ao envolvimento do sujeito em um dado processo por meio do qual ele produz novos conhecimentos.



Valorizar o debate e a argumentação: o grupo considera que para todo problema autêntico existe, provavelmente, uma diversidade de pontos de vista sobre como abordá-lo. Por isso, é natural que uma situação-problema desencadeie debates e discussões entre os estudantes. Afirmou-se, também, que as ações de linguagem produzidas nessas circunstâncias envolvem afetivamente os estudantes.

Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências: o termo evidências refere-se ao conjunto de observações e inferências que supostamente dão sustentação a uma determinada proposição ou enunciado (PAULA, 2004). Processos de experimentação e observação controlada normalmente são dirigidos à busca e à avaliação de evidências. As atividades de investigação conduzem a resultados que precisam ser sustentados por evidências para que esses resultados sobrevivam às críticas.

Aplicar e avaliar teorias científicas: O grupo compartilha da idéia de Pozo e Gomez Crespo (1999) de que as teorias dos estudantes são epistemologicamente diferentes das teorias científicas. Uma dessas diferenças diz respeito ao caráter mais abstrato, formal e logicamente coerente das teorias científicas em relação às teorias de senso comum. A apropriação do conhecimento científico pelos estudantes depende da criação de situações em que esse conhecimento possa ser aplicado e avaliado na solução de problemas. Essas situações podem ser vivenciadas através de atividades de natureza investigativa.

Permitir múltiplas interpretações: para o grupo, na formulação de um problema cria-se uma expectativa inicial que pode ser negada ou confirmada mediante a obtenção de uma resposta. As expectativas ou hipóteses desempenham um papel importante nas atividades investigativas, pois, dirigem toda a nossa atenção, fazendo com que observemos e consideremos determinados aspectos da realidade enquanto ignoramos outros. A diversidade de perspectivas e expectativas que são mobilizadas em uma investigação permite múltiplas interpretações de um mesmo fenômeno e, assim, o processo de produção de consensos e de negociação dos sentidos dá lugar a uma apropriação mais crítica dos conhecimentos da ciência escolar.

Deste capítulo depreende-se a idéia de que esses sentidos que chegaram a se estabilizar como representativos de um determinado grupo de formadores, e que não



estavam dados a priori, foram construídos na dinâmica interlocutiva entre autores, tutores, coordenadores e professores, funcionam e significam nas condições específicas dessa tese.

Não há um “sentido em si”. O sentido só existe para outro sentido, com o qual existe conjuntamente. O sentido não existe sozinho (solitário). Por isso, não pode haver um sentido primeiro ou último, pois o sentido se situa sempre entre os sentidos, elo na cadeia do sentido que é a única suscetível, em seu todo, de ser uma realidade. Na vida histórica, essa cadeia cresce infinitamente; é por essa razão que cada um dos elos se renova sempre; a bem dizer, renasce outra vez. (Bakhtin, 1997,b:386)



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

VI – Considerações Finais



Para sermos coerentes com a perspectiva a partir da qual o corpo desta tese foi concebido e desenvolvido, agora, na escrita de sua conclusão, vamos assumir nosso pensamento narrativo, sem ignorar teorias e paradigmas. De certa forma, a escrita deste último capítulo foi tecida no seio da tensão entre o modo paradigmático de fazer ciências e o modo narrativo de formar sujeitos, no confronto com as experiências docentes.

De acordo com os cânones da pesquisa acadêmica, esse é o momento de retomar nossas questões de pesquisa, avaliar as repostas obtidas, situar panoramicamente o modo como recorreremos à literatura nas análises apresentadas nos capítulos anteriores, examinar as implicações desse trabalho para a formação de professores e propor novas questões relevantes para a educação em ciências.

Nos primeiros parágrafos do capítulo de introdução dissemos que, neste trabalho, pretendíamos narrar e analisar o caminho percorrido pelo grupo de tutores e coordenadores do ENCI na busca por significar o termo *ensino por investigação*. De início, influenciados pelo pensamento paradigmático e pela perspectiva da conceituação, tencionávamos estabelecer diferenciações entre ensino por investigação, investigação e atividades investigativas. Ao longo do trabalho, abandonamos essa perspectiva entendendo que deveríamos focar nossa atenção no signo ensino por investigação que tem como referente outros signos, tais como investigação e atividades investigativas.

A partir desse foco, dissemos que era preciso responder a três questões: Que discursos e sentidos sobre *atividades investigativas* estiveram presentes entre os tutores e coordenadores do curso? Que sentidos estão ou podem ser atribuídos ao ensino de ciências por investigação no material didático do curso, a partir desse estudo? Que tensões e consensos acerca do termo *ensino por investigação* foram vivenciados pelos tutores e coordenadores ao longo do curso?

A busca de respostas a essas questões nos levou à realização de entrevistas com os tutores e autores das disciplinas, à gravação de reuniões do grupo de tutores e coordenadores, bem como ao exame dos materiais didáticos do curso. O nosso primeiro movimento de análise foi o de procurar conhecer um pouco das trajetórias profissionais



e acadêmicas de cada tutor, o que nos auxiliou na análise do modo como eles concebiam inicialmente o *ensino por investigação*.

Nessa análise, encontramos aspectos de distanciamento e aproximação nas trajetórias dos tutores. Como aspectos que nos distanciavam, identificamos o fato de alguns serem bacharéis, outros licenciados, uns possuírem experiência docente em curso técnico e outros em cursos de nível fundamental e médio, outros ainda com o ensino regular em escolas municipais, estaduais e privadas. Como aspectos que nos aproximam, destacamos o fato de estarmos inseridos na prática docente, a grande maioria ter tido o CECIMIG como lócus de formação, em algum momento de suas vidas e o fato de sermos todos da área de ciências naturais.

Constatamos que, inicialmente, todos os tutores traziam algum significado para os termos *investigação* e *ensino por investigação*, e que esse último termo estava associado a algum tipo de atividade que eles já desenvolviam em sua prática docente. Os sentidos do *ensino por investigação* remeteram aos sentidos atribuídos à *investigação* entendida como um conjunto de práticas de referência para as quais se orienta essa abordagem de ensino. Remeteram, ainda, às *atividades investigativas*, por meio das quais tal abordagem se realiza.

Os tutores tinham uma concepção inicial do que era *ensino por investigação* e esperavam encontrar um sentido bem consolidado que confirmasse, ou não, suas expectativas, o que não se concretizou. De acordo com Bakhtin (1997a), os sentidos não são dados a priori, eles são construídos na dinâmica interlocutiva entre sujeitos marcados ideologicamente e constituídos de modo singular a partir das experiências que viveram e das crenças que foram colecionando, guardando, revendo, descartando.

Assim, os sentidos atribuídos ao termo *ensino por investigação* pelos tutores podem ser organizados em dois blocos. Um deles nos remete imediatamente a pensar em ensino por investigação como estratégia ou método de ensino. Outro diz respeito aos sujeitos que se envolvem nessas atividades em sala de aula. No primeiro bloco, destacamos um conjunto de regras básicas para desenvolver uma atividade investigativa, tais como, a proposição de um problema, o levantamento de hipóteses, a identificação das variáveis envolvidas, o planejamento das ações, a coleta de dados, a



conclusão e a comunicação dos resultados. Para o segundo bloco, destacamos um conjunto de características orientadas para uma ação dos alunos no enfrentamento de questões cujas respostas eles não conhecem e que também não se resumem a um dado conjunto de informações. Nesse caso, não é tanto o veículo utilizado na produção das respostas que importa, isto é, não são as estratégias efetivamente usadas o que marca a experiência como atividade investigativa. O que importa, efetivamente, é que os sujeitos estejam suficientemente engajados na busca por respostas e que elas impliquem no estabelecimento de novas relações e na produção de novos conhecimentos para esses sujeitos.

Enquadra-se também, nesse segundo bloco de sentidos atribuídos, a idéia de que o ensino por investigação é particularmente interessante quando se pretende contribuir para o desenvolvimento da autonomia que se dá mediante o engajamento dos estudantes em atividades de interesse próprio. Destacou-se, também, a postura do professor frente ao desenvolvimento das atividades e sua atenta observação das demandas que os estudantes trazem para a sala de aula e da necessidade de permitir que eles errem sem efetuar julgamentos de valor, sem dar respostas prontas para toda e qualquer dúvida que se manifeste, sem tratar o conhecimento como uma coisa ou uma mercadoria.

Os sentidos que foram forjados ao longo do curso dialogaram, direta ou indiretamente, com orientações curriculares dos EUA e Inglaterra e, também, com características de atividades investigativas propostas tanto por tutores quanto por coordenadores a partir das quais se concebiam ações a serem realizadas por estudantes quando envolvidos em tais atividades.

Outra questão importante de se resgatar aqui, diz respeito aos tipos de atividades desenvolvidas no curso. Apresentamos esses resultados em dois grupos, de forma a estabelecer um diálogo com as perspectivas de ensino por investigação que apresentamos no capítulo de revisão. No primeiro grupo incluímos as atividades de resolução de problemas em aberto, atividades experimentais e atividades de controle de variáveis que são tratadas em uma literatura específica, não necessariamente vinculada ao tema do ensino por investigação. No segundo grupo incluímos as atividades com banco de dados, atividades de simulação no computador e atividades de avaliação de



evidências que têm sido concebidas, nos EUA e na Inglaterra, a partir de uma articulação mais próxima com o tema do *ensino por investigação*.

O *ensino por investigação* como signo ideológico é uma construção humana que traz a marca da história de todos os sujeitos que tiveram implicados nessa construção. Portanto, os discursos proferidos pelo grupo sobre o objeto dessa tese foram se configurando muito antes do curso ENCI, no convívio com pesquisadores nos institutos de pesquisa, nos laboratórios de física, química e biologia, no encontro com os diferentes autores do campo da filosofia, da sociologia, no curso de especialização, de mestrado e de doutorado e com a própria docência. Como as histórias são muitas, também foram muitas as significações que cada um deu a esse termo e as tensões vivenciadas no grupo.

Outro resultado de nossas análises diz respeito às tensões que surgiram no grupo ao longo do curso. As tensões identificadas foram:

1. O mito do método científico e o papel do método dentro da investigação.
2. A influência do grau de estruturação do roteiro de uma atividade na definição de seu caráter investigativo.
3. A vinculação entre atividade investigativa e atividade experimental.
4. O número de fases ou aspectos da investigação que teriam de ser contempladas para que uma dada atividade pudesse ser considerada investigativa.
5. A participação dos estudantes na formulação do problema de uma investigação.
6. A aproximação da ciência escolar com a ciência dos cientistas.

Sob certo ponto de vista, essas tensões também podem ser analisadas a partir de duas categorias. Uma delas refere-se a pensar a investigação como método ou como um jeito de fazer ciências ou de ensinar ciências, que carecia de algumas definições capazes de circunscrever um conjunto de práticas, a saber: existe um método que é, por natureza, investigativo? Que método é esse? Como tais atividades devem ser estruturadas? Quem deve propor o problema a ser investigado ou, em outras palavras, o investigador tem que ser o autor do problema? A atividade precisa ser experimentável? Ela precisa seguir todas as partes ou etapas que compõem uma investigação?



A outra categoria está relacionada ao conjunto de questões que se orientam a examinar os propósitos ou as finalidades de se ensinar ciências e ensinar ciências por meio de atividades investigativas. O que é ciências? Por que ensinar ciências por investigação? Em que medida o ensino de ciências deve favorecer a aproximação da ciência escolar com a ciência dos cientistas?

Nossa pesquisa também identificou certo número de consensos construídos no grupo sobre o tema. Para o grupo, no final da primeira edição do curso, a atividade investigativa é uma estratégia de ensino, entre outras, que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar. Essa estratégia pode englobar quaisquer atividades (experimentais ou não), desde que elas sejam centradas no aluno, propiciando o desenvolvimento de sua autonomia e de sua capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, ao se apropriar de conceitos e teorias das ciências da natureza. Contudo, concluímos que não existe um roteiro que contenha todos os traços importantes de uma atividade investigativa. Não existe “o exemplo” por excelência. Um roteiro pode explorar vários dos elementos que compõem uma investigação, ou apenas um desses elementos. Assim, para o grupo de tutores e coordenadores, o que parece fazer mais sentido para designar o ensino investigativo é o ambiente em que ele ocorre, e não a estruturação das atividades propriamente ditas.

Embora a discussão das tensões e consensos tenha se desdobrado em duas seções diferentes, isso foi mero exercício analítico. Bakhtinianamente falando, não é isso que ocorre no campo da linguagem. Em cada gesto, em cada fala, em cada argumento, há uma intenção do sujeito de responder a outro sujeito, ou a outro texto, com o propósito de compreender e se posicionar diante do mundo. Para construir consensos, os diversos modos de pensar são explicitados, conferidos, confrontados, negociados, ou até mesmo negados. Desse modo, sempre que abordamos uma tensão imediatamente nos ocorre falar dos consensos que dela emergiram.

Apesar de não existir “o exemplo” que dê conta de satisfazer todas as dimensões pertinentes a uma investigação, existem características que podem nos ajudar a definir uma atividade investigativa, que possa ser realizada em ambiente escolar. As características apontadas pelo grupo ecoam com aquelas encontradas na literatura e



dizem respeito a um dado conjunto de processos, tais como: construir um problema, aplicar e avaliar teorias científicas, propiciar a obtenção e a avaliação de evidências, valorizar o debate e argumentação, permitir múltiplas interpretações.

Mesmo considerando que o grupo tenha chegado a muitos consensos e tenha produzido a estabilização de alguns sentidos, não chegamos a elaborar uma definição acerca do termo ensino por investigação. Não se pretendeu aplicar as normas rígidas das definições clássicas em nenhum dos momentos do curso. Isso nem sequer era desejável, do ponto de vista de nosso projeto de formação docente. Essa indefinição encontra eco nos pesquisadores da área de educação em ciência que fizeram parte de nossa revisão bibliográfica. Lembremos que, para Anderson (2002), toda tentativa de generalização resulta no empobrecimento da compreensão do que consiste uma atividade complexa como é a investigação no ambiente escolar.

Assim, no caso desta tese, concluir sobre o que é investigação e ensino por investigação seria extremamente problemático e incoerente com a perspectiva teórica adotada. Isso não significa dizer que nada pode ser concluído. A síntese sobre o processo de formação que o grupo vivenciou trouxe lugar de conforto ou de definição ao nível dos sujeitos, mas não gerou definição ou acabamento de um objeto, no caso a investigação no ambiente escolar e o ensino orientado pela investigação. A aproximação com sentidos estáveis, amplos e mais coletivamente consolidados só pôde ocorrer por extensão aos diferentes exemplos, modos eleitos pelos autores para abordar tal objeto. Cada exemplo trazido, como capítulo de uma grande narrativa, permitiu aos tutores, coordenadores e autores ampliarem sua compreensão sobre a investigação no ensino de ciências. Os exemplos foram sendo buscados em diferentes fontes: na prática docente dos tutores, nos materiais produzidos pelos autores, nas orientações curriculares de diferentes países, em textos didáticos e em projetos encontrados na internet.

De acordo com Bruner (1998), os modos paradigmático e narrativo são igualmente legítimos para se produzir conhecimento, embora sejam genuinamente diferentes e irreduzíveis um ao outro. Enquanto o modo paradigmático diz respeito às proposições lógico-científicas, o modo narrativo é da ordem das experiências dos sujeitos, no nosso caso, da docência mesma, enquanto experiência profissional. De



acordo com Lara (2004), definição por extensão é dada mediante exemplos. Foi exatamente isso que se deu no Enci. Por meio de exemplos típicos de situações de sala de aula apresentados nas disciplinas foi se configurando uma resolução para os sujeitos do que era ensino por investigação. Isso pode ser mais bem compreendido pela fala de a tutora Olivia ao revelar que, a partir de um determinado momento, *todo mundo estava mais feliz e aliviado*. Mas, ela explica que *antes foi muita coisa nova, muita informação de uma forma dispersa, sem nenhuma definição e foi muito cansativo e angustiante para os tutores*. Se não foi fornecida uma definição antes, essa surge como conseqüências das inúmeras situações vividas no grupo. Esse grupo, por sua vez, não estava interessado na investigação científica em si, mas em uma proposta de ensino que viabilizasse o ambiente investigativo no ensinar e aprender ciências. A discussão do que era investigação era, portanto, subordinada a busca de sentido para o *ensino por investigação*.

Na vivência do grupo, o termo ensino por investigação não encontrou definição na perspectiva do pensamento paradigmático, pois ao fazê-lo perderíamos a riqueza e a diversidade de perspectivas e correríamos o risco de caricaturá-lo. Contudo ele pode ser estabilizado por meio do pensamento narrativo, isso é, através de uma coleção de casos ou exemplos que encontram conexão com as práticas sociais.

Desta forma, com essa tese não se fecharão sentidos para o que foi entendido por *ensino por investigação*, mesmo porque de acordo com Bakhtin, a dialogicidade da vida e dos discursos entre sujeitos singulares, por princípio, instaura um eterno vir a ser de sentidos instáveis e inacabados. De consensos e dissensos provisórios. *Vivemos sob o signo da incompletude e do inacabamento como síntese de muitas vozes, vivido no seu caráter dialógico – de abertura e inacabamento* (Lima, 2005: 212). Assim, usando as palavras de Bakhtin (1997b):

Não há uma palavra que seja a primeira ou a última, e não há limites para o contexto dialógico (este se perde num passado ilimitado e num futuro ilimitado). Mesmo os sentidos passados, aqueles que nasceram do diálogo com os séculos passados, nunca estão estabilizados (encerrados de uma vez por todas). Sempre se modificarão (renovando-se) no desenrolar do diálogo subsequente, futuro. Em cada um dos pontos do diálogo que se desenrola existe uma multiplicidade inumerável, ilimitada de sentidos esquecidos, porém, num determinado ponto, no desenrolar do diálogo, ao sabor de sua evolução, eles serão lembrados e renascerão numa forma renovada (num



contexto novo). Não há nada de morto de maneira absoluta. Todo sentido festejará um dia seu nascimento. O problema da grande temporalidade. (Bakhtin, 1997b: 413).

Contudo, o processo de busca da estabilização de sentidos acerca do objeto desta tese fez com que o curso ENCI se configurasse ao mesmo tempo como um curso de formação de professores e em um curso de formação para os tutores, ou seja, um curso de formação de formadores. Nesse curso, o objeto a ser ensinado estava em construção, os tutores precisavam ensinar sobre algo que eles não sabiam exatamente o que era.

Um conjunto de fatores favoreceu a constituição desse curso como espaço de formação de formadores. Um deles diz respeito às relações entre sujeitos que ocupavam as diferentes posições hierárquicas dentro do grupo. A equipe que assumiu a coordenação do curso adotou uma postura dialógica na relação com os tutores, o que significou a disposição de fazer esse curso com o outro. Isso implicou que em nenhum momento houve a intenção dos coordenadores em passar uma definição precisa sobre o termo ensino por investigação para que fosse assim ensinado aos professores.

A coordenação partiu do pressuposto que o grupo tinha um conhecimento acerca desse termo, mesmo que de maneira assistemática e que esse conhecimento seria usado como ponto de partida para o aprofundamento dos estudos. O que talvez não tenha sido considerado, a princípio, era que entre os próprios sujeitos que conceberam o curso, e que foram autores das disciplinas, a apropriação do termo fosse tão divergente. À medida que o curso foi se desenvolvendo e os diversos sentidos aparecendo, essa postura dialógica permitiu que cada tutor significasse esse termo a partir de sua experiência profissional e acadêmica e das interações com os outros sujeitos do grupo.

Outro fator que contribuiu na constituição do curso ENCI como um espaço de formação de formadores, diz respeito à forma de produção do material didático do curso. A decisão de não começar o curso com todo o material pronto, possibilitou a participação dos tutores como co-autores de várias disciplinas. Nas disciplinas analisadas neste trabalho, os tutores não foram co-autores dos textos, mas participaram da definição do que incluir, do dimensionamento do tempo, da avaliação e desenvolvimento das mesmas. Mais do que isso, eles impuseram de certo modo, uma



maneira de apresentar e dialogar perspectivas de ensino por investigação a partir dos questionamentos que faziam nas reuniões do grupo.

A produção dos materiais didáticos das disciplinas feita ao longo do curso permitiu, ainda, um diálogo entre os textos e entre os textos e os tutores. Assim, o texto de uma disciplina foi se constituindo como uma resposta a outros que o antecederam, mas também anteciparam, de certo modo, os textos seguintes. Por outro lado, à medida que um módulo estava sendo desenvolvido junto aos alunos, o seguinte estava sendo elaborado e discutido no grupo de tutores e coordenadores, o que garantiu uma boa compreensão dos propósitos pedagógicos das disciplinas pelos tutores, condição que ao nosso ponto de vista, melhora a mediação desses propósitos junto aos professores.

Num curso de educação a distância é essencial que os tutores tenham consciência dos propósitos pertinentes a cada disciplina, pois são eles os principais mediadores da aprendizagem e, em última instância, depende deles grande parte da concretização das metas estabelecidas pelos autores por meio do material didático. Acreditamos que o papel dos tutores será mais bem desempenhado à medida que eles se tornarem protagonistas desses cursos, como parte de um grupo que concebe propósitos, materiais, atividades, formas de avaliação. Em grande parte dos cursos de EAD, quem concebe o material, é um coordenador ou outro professor que não ministra a disciplina e que se encontra, de certo modo, à margem do processo de ensino aprendizagem, posto que conhece pouco os alunos, a dinâmica e as demandas desses sujeitos.

Na terceira edição do ENCI, que agora está sendo oferecido por meio da Universidade Aberta do Brasil (ENCI-UAB), estamos levando em consideração diversas lições aprendidas no caminho que percorremos até aqui. Novas propostas de atividades e de orientações didático-metodológicas para conduzir a discussão sobre ensino por investigação com os professores da Educação Básica passaram a compor os materiais de apoio, que são submetidos a um permanente processo de revisão.

Muitos foram os sentidos atribuídos pelos participantes desse grupo para o propósito de se aproximar ou não a ciência escolar dar ciência do cientista ou mesmo de se posicionar contra essa aproximação. Embora esses dados tenham sido incluídos nas análises que foram feitas na tese, eles são insuficientes para se proferir qualquer posição



definitiva quanto a isso. Contudo, levantamos outras questões: é factível e desejável pensar na aproximação entre ciência escolar e ciência dos cientistas? Quais as especificidades do fazer ciências na escola em relação ao fazer ciências na prática dos cientistas? O que define o fazer ciências dos cientistas e quais dessas práticas deveriam ou poderiam ser consideradas atividades de enculturação dos estudantes na escola básica?

Durante o curso tivemos indícios de que ele teria causado algum impacto no modo como os alunos-professores interagem com seus estudantes em atividades de sala de aula. Contudo, para fazer essa investigação precisaríamos ir para a sala de aula desses sujeitos e fazer algumas gravações em vídeo.

Como mencionamos no capítulo de metodologia, a quantidade de dados inicialmente coletados foi muito grande e ultrapassou o problema recortado nesta pesquisa. Portanto, muitos dados coletados não foram aqui analisados. Desta forma, algumas novas questões podem ser investigadas a parti de tais dados, tais como, por exemplo: Que discursos os alunos-professores alunos sobre ensino por investigação? Que leituras os tutores fazem sobre a relevância do curso para a prática dos alunos-professores? Que demandas e necessidades formativas podem ser extraídas dessa experiência no sentido de contribuir para a implementação de outros cursos cujo foco recai sobre o uso da investigação como estratégia para o ensino de ciências? Que dificuldades os professores enfrentam ao usar essa estratégia de ensino aprendizagem em sua sala de aula?



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

VIII - Referências



- AAAS – American Association for the Advancement of Science – **Science for all Americans**. New York: Oxford University Press - 1990;
- Abd-El-Khalick e colaboradores (2004), apud GRANDY, R. & DUSCHIL, R.: **Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference** - Science & Education, [Volume 16, N. 2 fevereiro, 2007](#)
- ANDERSON, R. D. - **Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry**- Journal of Science Teacher Education, **13**(1): 1-12, 2002
- AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de Aula**. In Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. Organizado por Anna Maria Pessoa de Carvalho, Editora Thomson, 2004, Cap. 2
- BAKHTIN, M.– Questões de literatura e de estética: a teoria do romance. Editora UNESP, São Paulo, SP. 1998
- _____. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**, Editora HUCITEC, São Paulo, 1997a.
- _____. **Estética da Criação Verbal**. Martins Fontes, São Paulo, 1997b.
- _____. **Problemas da Poética de Dostoievski**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997c.
- BARBERÁ, O & VALDÉS, P. - **El trabajo práctico en la enseñanza de las Ciências: una revisión**. Enseñanza de las Ciências, 1996, 14(3), 365-379.
- BAUER, M. W. e GASKELL, G. – **Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. Petrópolis, RJ. Vozes, 2002
- BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A. **O ensino da física do som baseado em investigações**. Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, p. 87-103, 2005.
- BORGES, A. T.. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. PCN + Ensino Médio: **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza e suas Tecnologias/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica: MEC; SEMTC, 2002**
- _____. Ministério da Educação. PCNEM – **Parâmetros Curriculares Nacionais - Secretaria de Educação Média e Tecnológica: MEC; SEMTC, 1999**.
- _____. Ministério da Educação. **PCN de Ciências naturais para a 5ª a 8ª séries**, Brasília, Brasil, 1998;



- _____. Lei n. 4.024 de 20/12/1961: **fixa as diretrizes e bases da Educação Nacional**. São Paulo, FFCL, 1963.
- _____. Diretrizes e bases da educação nacional: **Lei n. 5.692, de 11/8/1971**,
- _____. **Lei n. 4.024, de 20/12/1961**. São Paulo, Imesp, 1981.
- _____. **Lei n. 9.394 Diretrizes e bases da educação nacional**: promulgada em 20/12/1996. Brasília, Editora do Brasil, 1996.
- BRUNER, J. **Realidade Mental, Mundos Possíveis**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997
- CARVALHO, A. M. P; (org)- **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**- São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.
- CARVALHO, A.M.P.; VANNUCCHI, A.I.; BARROS, M.A.; GONÇALVES, M.E.; REY, R.C. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998
- CASTRO NEVES, C. M. **A Educação à distância e a Formação de Professores**. Disponível em <http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2002/ead/eadimp.htm>, acesso em 20/08/2006.
- CECIMIG - Projeto Pedagógico do Curso de Especialização em Ensino de Ciências - (2005)
- CHALMER, A.F. - **O que é ciências afinal?** editora brasiliense, 1993.
- CHARLOT, B. **Da Relação com o Saber**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- CHINN, C; MALHOTRA, B.A. (2002). **Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks**. Science Education, 86:175-218.
- COLBURN, A. (2000) - **An Inquiry Primer**. Disponível em: www.experientiallearning.ucdavis.edu/module2/el2-60-primer.pdf acessado em janeiro/2009.
- CORRÊA, J. – **Educação à distância: Orientações metodológicas**- Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DEBOER, G. E. - **Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools**, in: Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education organizado por FLICK, L.B. & LIDERMAN, N.G. Springer2006
- DEWEY, J.: **Experiência e Educação**: Tradução Anísio Teixeira. São Paulo Editora Nacional, 1971



- DUSCHL, R. A. (1994). **Research on the history and philosophy of science.** Handbook of research on science teaching and learning. D. Gabel. New York, MacMillan Publishing Company: p.443-465.
- DUSCHL, R. A. e OSBORNE, J. (2002). **Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education.** Studies in Science Education, 38: 39-72.
- ENCI – www.fae.ufmg.br/cecimig/enci.
- ERICKSON, F. – **Qualitative Methods in Research on Teaching** – In: WITTRICK, M. (ed.), Handbook of Research on Teaching – Third Edition – American Educational Research Association. London: Collier Macmillan Publishers; 1995.
- FERREIRA-AIVES, Jose; Gonçalves, Oscar F. **Educação Narrativa de Professores.** Quarteto, Coimbra, 2001.
- FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Bookman, 2004
- FONTANA, R.A. C. – **Mediação Pedagógica na Sala de aula.** Campinas, SP. Editora Autores Associados, 2005.
- GATTI, B. A. **Formação de Professores a Distância: critérios de qualidade.** Disponível em <http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2002/ead/eadimp.htm>, acesso em 20/08/2006.
- GIL-PEREZ,, D., CARRASCOSA, J. e FURIO, C. **La enseñanza de las ciencias em la educacion secundaria.** Barcelona: ICE/Horsoni, 1991.
- GIL-PEREZ, D e VALDÉS CASTRO, P. La orientación de lãs prácticas de laboratório como investiación: un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las ciencias, 1996, 14(2), 1555-163.
- GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.. **Fatores que influenciam no desempenho de estudantes durante investigações** In: Atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, IX, 2004, Jaboticatubas. Minas Gerais: SBF, 2004.
- GOTT, R. & DUGGAN, S. – **Investigative Work in the Science Curriculum.** Série: Developing Science and tecnologia education. Open University Press, 1995.
- GOUVEIA, M. S. F. **Ensino de Ciências e Formação continuada de professores.** Educação e Filosofia, 17(1) 227-257. Jan/Jun. 1995.
- GUBA, E.G. – **Towards a methodology of naturalistic inquiry in educational evaluation.** Los Angeles: Center for the Study of Evaluation, UCLA, p. 6-10; 1978.
- GRANDY, R. & DUSCHIL, R.: **Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference** - Science & Education, [Volume 16, N. 2 fevereiro, 2007](#)



- HART, C; MULHALL, P; BERRY, A; LOUGHRAN, J & GUNSTONE, R. **What is the purpose of this experimente? Or can students learn somenthing from doing experiments?** Journal of Resesrch in science teaching, 2000, 37(7) pp. 655-675.
- HINRICHSEN, J. & JARRETT, D. **Science Inquiry for the Classroom: A Literature Review.** Northwest Regional Educational Laboratory, December, 1999. disponível no site:
www.nwrel.org/msec/images/science/pdf/litreview.pdf acessado em 14/08/2007.
- HODSON, D.– **Redefining and Reorienting Pratical Work in School Science.** in .School Science Review, vol. 73, n 264, 65-78.
- HODSON, D.– **Practical work in school science: exploring some directions for change.** International Journal Science Education, 1996, vol. 18(7) pp 755-760.
- HODSON, D.– **Toward a Philosophically more Valid Science Curriculum** – In: Science Education, 1988, 72 (1);
- HODSON, D.– **Experiments in science and science teaching.** Educational Philosophy and Theory, 1988 ,20(2), 53-66.
- JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho- **A formação continuada de professores em centros e museus de ciências no Brasil.** Campinas, SP. 2006.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo, EPU/Edusp, 1987.
- KRASILCHIK, M. Inovação no ensino de Ciências. In: (Org.) **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas.** São Paulo : Cortez Editora, 1980, p. 164-180.
- LARA, Marilda Lopez Ginez de (2004). **Diferenças conceituais sobre termos e definições e implicações na organização da linguagem documentária.** Rev. Ci. Inf., Brasília, v. 33, n. 2, p. 91-96, maio/ago. 2004. Disponível em: [Scielo](#)
- LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs) - A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento. São Paulo: Cultrix, Editora da Universidade de São Paulo, 1979.
- LEWIN, A. M. F e LOMÁSCOLO, t. M. M. **La metodología científica em La construcción de conocimientos.** Ensenanza de lãs ciências, 20 (2), p.147-151,1998.
- LARROSA, J: **Pedagogia profana - Danças, piruetas e mascaradas.** Editora Autêntica, 1999
- LIMA, M. E. C. C., **Sentidos do Trabalho: A Educação continuada de professores,** Belo Horizonte. Editora Autêntica, 2005.



- LIMA, M. E. C. C., **Sentidos do Trabalho Mediados pela educação continuada em Química**. Tese de doutorado, Campinas, SP, 2003
- MAUÉS, E. R. e LIMA, M. E. C. C. **Atividades Investigativas nas séries iniciais**. Presença Pedagógica, v.12, n.72, nov./dez. 2006.
- MARTIN, S – **An Investigation Documenting Secondary Science Teacher Beliefs about Laboratory Experiences** – NARST Annual Meeting in Boston, Massachusetts, 1999.
- MILLAR, R & OSBORNE, J (Ed) – **Beyond 2000 – Science education for the future**. Report of a seminar series funded by Nuffield Foundation. King's Collegw London, 1998.
- MILLAR, R – **A means to an end: the role of processes in science education**. In Brian Woolnough (ed), Practical Science. Milton Keynes: Open University, 1991
- MOREIRA, M. A. – **A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics**. European Journal in Science Education, 1980.
- MOREIRA, A. F. – **Um estudo sobre o caráter complexo das inovações educacionais**. Dissertação de mestrado, Belo Horizonte, 1998.
- MORAN, J. M.. **Formação de Professores a Distância: O que é um bom curso a distância?** Disponível em <http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2002/eaf/eadimp.htm>, acesso em 20/08/2006.
- MORTIMER, E. F.. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- MUNFORD, D. e LIMA, M. E. C. C. - **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Revista Ensaio, Belo Horizonte, 2007, V.9 n°1.
- NARDI, R. **Memórias da Educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre - RS, v. 10, n. 1, 2005.
- NCC, The National Curriculum for England, 1999. Disponível no site: <http://www.nc.uk.net>
- NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de Professores**. Porto: Porto Editora, 1992.
- NSF – Nacional Science Foudation – **Inquiry, thoughts, views, and strategies for the k-5 classroom** – disponível no site: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/start.htm>, acessado em 24/01/2000.
- NSES - National Science Education Standard - disponível no site <http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/OGBORN, J., KRESS, G.,>



- MARTINS, I. e MCGILLICUDDY, K. Explaining science in the classroom. Buckingham: Open University Press, 1996.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). **National science education standards**. Washington: National Academy Press. 1996.
- PAULA, H. F. **A ciência escolar como instrumento para a compreensão da atividade científica**. Belo Horizonte: Faculdade de Educação. UFMG, 2004 (tese de doutorado).
- PAULA, H. F. - **Experimentos e Experiências**. Dicionário Crítico da Educação: Presença Pedagógica, Editora Dimensão, v. 10, n. 60, p. 74-76, 2004.
- PEQUIS (Projeto de Ensino de Química e Sociedade)- **Ciência passo a passo – Química e sociedade: A ciência, os materiais e o lixo**; Módulo 1- Ensino Médio; Editora nova geração; 2003
- PIMENTA, S.G. (Org.) **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.
- PÉREZ G.D & CASTRO V. P.(1996) **La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñaza de las Ciencias, 1996, 14 (2), 155-163
- PEIRCE, C. S. Semiótica e Filosofia. São Paulo, SP. Cultrix, Editora da Universidade de São Paulo, 1975.
- PONZIO, A. – **A Revolução bakhtiniana** – Editora Contexto, 2008
- POZO, J.I. & GOMEZ CRESPO, M.A. **Aprender y Enseñar Ciencia**. Editorial Morata, Madrid, 1999.
- SÁ, E. F. et al. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências**. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.
- SANTOS, M. E. V. M. dos. **Mudança Conceptual na Sala de Aula- Um desafio pedagógico**: Lisboa, Portugal: Livros Horizontes, 1991.
- SARAIVA, J. A. F. – **Piaget e o Ensino de Ciências: Elementos para uma Pedagogia Construtivista**. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1991.
- SIMON, H. A. **The science os the artificial**. 3rd ed. Cambridge, MA; London: MIT Press, 1999 (1st ed. 1969) 231 p.
- SILVA, P. S.. **Mudanças nas práticas pedagógicas: o que dizem os professores de Química**. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.



SILVA, M.H.G.F. **Saber docente: Contingências culturais, experienciais, psicossociais e formação.** In: Anais da 20ª Anped, 1997 (disq.).

TAMIR, P.. **Practical Work in school: an analysis of current pratic**, in WOOLBOUGH, BRIAN (ED), Practical Science. Milton Keynes: Open University Press, 1990.

TARDIF, M. – **Saberes Docentes e Formação Profissional.** Petrópolis, RJ. Editora Vozes, 2002.

TEODORO, G.L.M e ROCHA, L.C.D. Moodle: Manual do Professor - Introdução de ferramenta de aprendizagem utilizada no ensino a distância da UFMG, 2008. Disponível em:

http://moodle.grude.ufmg.br/paginas/caed/images/anexos/manual_moodle_-_versao_do_professor.pdf . acessado em 18/12/08.

UAB (2008) – Projeto de Pesquisa – Documento interno – CECIMIG/FAE/UFMG



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

VII – Anexos



Anexo 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Por meio deste termo de consentimento livre e esclarecido, você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada *Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação*, desenvolvida por mim, Orlando Gomes de Aguiar Júnior, pela professora Maria Emília Caixeta de Castro Lima e pela aluna Eliane Ferreira de Sá.

O Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) reúne de certo modo, vários ingredientes inovadores e ao mesmo tempo problemáticos. Por um lado, o conceito de atividade investigativa ainda está por ser melhor elucidado. Por outro lado, o ENCI também utiliza ferramentas de educação à distância, o que parece ser uma tendência nas políticas públicas destinadas à educação e à formação continuada de professores em nosso país.

O objetivo dessa pesquisa é investigar como um curso de Especialização, semi-presencial, que tem como diretriz difundir uma perspectiva de educação em ciências baseada na investigação e na coordenação entre teorias e evidências influencia o discurso e a prática do professor.

O processo de coleta de dados envolverá diversas fontes de dados, que podem ser categorizados em três tipos: (a) documentos públicos, tais como, proposta do curso, programa das disciplinas, materiais didáticos elaborados para as disciplinas e artigos publicados em periódicos ou anais de congressos; (b) registros, ainda mantidos em arquivo, de atividades previstas na programação das disciplinas, bem como os registros das respostas dos professores cursistas a instrumentos de diagnóstico pedagógico; e (c) dados que ainda serão coletados, tais como entrevistas com professores cursistas e tutores.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 34995338 ou pelo e-mail: elianefs@uai.com.br. Não haverá nenhum desconforto e riscos para você durante o desenvolvimento da pesquisa. Caso você deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Esta pesquisa não trará nenhum benefício direto e imediato a você, mas pode contribuir com o avanço dos conhecimentos sobre a educação em ciências, a formação de professor à distância e o ensino de ciências por investigação.

Os resultados da pesquisa poderão tornar-se públicos por meio de congressos, encontros, simpósios e revistas especializadas.

Se você estiver suficientemente informado sobre os objetivos, características e possíveis benefícios provenientes da pesquisa, bem como dos cuidados que o pesquisador irá tomar para a garantia do sigilo que assegure a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, assine abaixo, este termo de consentimento livre e esclarecido.

Nome: _____

Assinatura: _____

Belo Horizonte _____ de _____ de 200__



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar - Campus Pampulha - Belo

Horizonte, MG Fone: 31 3499-4592 Fax: 31 3499-4027 CEP 31270-901 e-mail:

coep@prpq.ufmg.br

**Anexo 2 – Ementas das disciplinas do ENCI****Ementas das disciplinas do ENCI**

Módulo	Disciplina	Ementa
I	ITIC – Introdução às Tecnologias da Informação e comunicação	Introdução ao uso das tecnologias em EAD. Conhecendo e interagindo com a interface de trabalho que será utilizada no curso: espaços virtuais e ferramentas de interação com o grupo on line e off line.
	DPEC I – Desenvolvimento de Projetos em Ensino de Ciências I	Conhecimento prático e os saberes docentes mobilizados em atividades de investigação na escola. Pesquisa e projetos de ensino: metodologias e potencialidades. Planejamento pedagógico e projetos de pesquisa-intervenção. Elaboração do projeto de monografia
	IECN – Introdução ao Ensino de Ciências Naturais	Tendências do ensino de Ciências em diferentes momentos históricos. O papel do ensino de ciências por investigação e seus principais elementos.
II	DPEC II – Desenvolvimento de Projetos em Ensino de Ciências II	Desenvolvimento de instrumentos de coleta de dados e de processos de registro das intervenções na escola. Aplicação e acompanhamento do projeto de ensino. Produção parcial de texto monográfico
	ENCI B – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas B	Elaboração e planejamento de experimentos e de investigações relacionados à Física, Química ou Biologia, bem como a análise de planos de investigação e de casos históricos
	CTS I – Ensino de Ciências na Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade	Abordagem CTS e seu significado no ensino-aprendizagem de ciências. O papel da argumentação baseada em evidências para a tomada de decisões, considerando problemas contemporâneos relacionados à área de ciências naturais.
III	DPEC III – Desenvolvimento de Projetos em Ensino de Ciências III	Avaliação de intervenções educacionais, análise dos dados coletados e registros, avaliação do projeto de ensino, estratégias de comunicação, produção de texto monográfico.
	FEC – Formação de Evolução de Conceitos	Os processos de formação e evolução de conceitos, o papel da linguagem na aprendizagem, numa abordagem histórico-cultural e suas contribuições no contexto escolar.
	ENCI A – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas A	Atividades investigativas no ensino de Física, Química ou Biologia; a identificação das concepções prévias dos estudantes e o estabelecimento de conflitos cognitivos.
IV	CTS II – Ensino de Ciências na Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade	O histórico e aplicações da energia nuclear, abordando aspectos de interesse dos professores de Biologia, Física e Química.
	ENCI C – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas A	Planejamento, desenvolvimento e análise de seqüências de ensino para a educação básica. Relatos, análise e avaliação de experiências de ensino e



Faculdade de Educação da UFMG – Tese de Doutorado – Defendida em 29/05/09

Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação

Autora: Eliane Ferreira de Sá

Orientadores: Maria Emília Caixeta de Castro Lima e Orlando Gomes de Aguiar Jr.

		aprendizagem em ciências. Avaliação de aprendizagem: concepções e práticas.
	ENCID – Ensino de Ciências através de Atividades Investigativas D	A natureza da argumentação científica. Estrutura de relatórios de investigações escolares. Análise de casos. Elaboração de relatórios de atividades investigativas.



Anexo 3 - O Estudo do Empuxo como Atividade Investigativa

Josimeire Meneses Julio

Colégio Técnico, UFMG e E. E. Reny de Souza Lima

RESUMO

Os professores estão sempre diante do desafio de renovar a prática educativa para enfrentar de maneira afirmativa as limitações impostas pelo sistema público de ensino. Uma abordagem diferenciada do currículo da primeira série do ensino médio, a partir do tema hidrostática, me auxiliou na elaboração de estratégias para aprimorar o trabalho com alunos que apresentam deficiências de leitura, escrita e manipulação das operações matemáticas elementares. Em função deste trabalho desenvolvi uma atividade de investigação sobre empuxo, utilizando materiais alternativos, que leva os alunos à compreensão de princípios físicos e ao estabelecimento de relações matemáticas entre as grandezas envolvidas de maneira eficiente.

INTRODUÇÃO

A implementação de programas de aceleração no ensino fundamental das escolas públicas estaduais contribuiu para uma expansão significativa do acesso à educação nos últimos anos. Se por um lado houve uma redução nos índices de repetência e um expressivo aumento na escolaridade das populações mais carentes, por outro as dificuldades de aprendizagem dos alunos que ingressam ensino médio se acentuaram nesse período. Grande parte dos alunos apesar de ser alfabetizada não tem letramento, isto é, não consegue extrair informações de um texto, o que torna sua capacidade de leitura e escrita muito limitadas. Uma parcela ainda maior dessa população não consegue compreender ou manipular as operações matemáticas elementares. Somando-se a isso o fato de que o primeiro contato da maior parte dos alunos com o conhecimento físico acontece somente na primeira série do ensino médio, como professora de física, me vi diante do desafio de renovar minha prática para lidar de maneira afirmativa com essas e outras limitações impostas pelo sistema público de ensino.

Minha primeira ação nessa direção foi a elaboração de diretrizes para a prática educativa, envolvendo o tema hidrostática, que foram desenvolvidas durante o curso de licenciatura, em monografia de graduação no ano de 2002, visando a reorganização do currículo e a implementação de atividades que levam os alunos a pensar e a construir seu conhecimento através da observação e investigação de fenômenos físicos. Em 2003 apliquei essas diretrizes nas turmas da primeira série do turno da noite da escola em que leciono, no primeiro bimestre, como projeto de intervenção que foi avaliado através de uma monografia para o curso de especialização. Um dos resultados alcançado foi uma significativa melhoria na capacidade de argumentação e o bom desempenho dos alunos durante o período de intervenção. Além disso, a abordagem diferenciada do tema me auxiliou na elaboração de estratégias para aprimorar o trabalho com outros tópicos do conteúdo de física.

Resolvi relatar uma das atividades de investigação envolvendo o conceito de empuxo que desenvolvi em função do trabalho com a hidrostática, mas que não foi comunicada nos trabalhos anteriores. Os resultados que obtive com os alunos e os comentários de alguns colegas professores tomaram conhecimento dessa atividade me permitem considerar que essa é uma boa atividade de investigação porque leva os alunos à compreensão de princípios físicos e ao



estabelecimento de relações matemáticas entre as grandezas envolvidas de maneira eficiente utilizando materiais alternativos. A seguir apresento o contexto em que a escola está inserida, as estratégias que orientam o trabalho com a hidrostática como forma de esclarecer os objetivos e a organização do conteúdo até chegar no estudo do empuxo, uma breve descrição da atividade, uma descrição detalhada da dinâmica das aulas e os resultados alcançados pelos alunos.

CONTEXTO DA ESCOLA E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

Ensino física há sete anos no turno da noite da E.E. Reny de Souza Lima que se localiza na periferia de Santa Luzia, região metropolitana de Belo Horizonte. A escola não possui laboratório ou biblioteca e seus usuários apresentam um perfil bastante diversificado. Quase a totalidade dos alunos trabalha durante o dia e é oriunda dos programas de aceleração implantados no ensino fundamental. A outra parcela é constituída de jovens e adultos que retomaram os estudos após um longo período de afastamento do ambiente escolar. A rotatividade e a evasão escolar são bastante acentuadas, principalmente, na primeira série do ensino médio. Portanto, as dificuldades de aprendizagem em física são acentuadas pela pouca frequência de alguns alunos, pela incapacidade em manipular as operações matemáticas elementares e pela falta de letramento, isto é, dificuldade interpretar e extrair informações de um texto. O primeiro contato desses alunos com a física é bastante traumático eles se sentem incapazes de estabelecer relações entre seu modo de pensar e o conhecimento físico.

Para estabelecer uma relação mais dialógica com os alunos no que diz respeito ao ensino de física resolvi iniciar o curso da primeira série do ensino médio com o estudo de hidrostática, a partir de atividades centradas nos alunos para que aos poucos eles conseguissem superar suas dificuldades de aprendizagem através da observação e interpretação de fenômenos físicos. Escolhi esse tema por considerar que ele atende bem à proposta de que *“uma ênfase mais tecnológica junto com o foco em um pequeno número de modelos, poderia ter uma chance melhor, se apresentada de modo mais imaginativo, de captar e prender o interesse de mais estudantes, do que um currículo cuja estrutura e racional são freqüentemente pouco claros para professores e devem mesmo parecer menos claros ainda para os alunos”* (Millar, 1996).

Ao adotar essa abordagem pude diversificar as estratégias a serem utilizadas para promover o desenvolvimento dos alunos, a principal estratégia que utilizei foi a produção de textos escritos, solicitei com frequência que escrevessem sobre o que aprenderam procurando relacionar o conteúdo com o que observavam nas atividades em sala de aula e em seu cotidiano, foi uma maneira que encontrei de ter em mãos indícios de como os conceitos foram apropriados por eles. Inicialmente, os alunos resistem em escrever porque não conseguem expressar suas idéias por escrito, passo acompanhá-los para ajudá-los a organizar seu pensamento a ponto de serem capazes de registrar o que aprenderam em um pequeno parágrafo. Após algumas aulas os alunos passam a elaborar melhor suas idéias e têm uma significativa melhora na capacidade de argumentação. Tudo isso é possível devido ao encadeamento dos conceitos que permite a organização de atividades desafiadoras que auxiliam os alunos na associação dos conceitos físicos com os fenômenos observados.

O primeiro conceito apresentado aos alunos é o conceito de densidade, são contrapostas as idéias de denso e pesado, em princípio, a densidade é definida como *o peso de um determinado volume*. A relação entre densidade e flutuação é trabalhada com os alunos como forma de evidenciar a relação entre peso e volume nos líquidos. Em seguida, passamos ao conceito de pressão que introduz o estudo da transmissão de pressão nos líquidos chegando à



definição de empuxo. O estudo do empuxo é muito trabalhoso para os alunos, eles muitas vezes apresentam grande dificuldade em compreender a relação entre a flutuação do corpo e o empuxo. Ao definir densidade como o “peso de um determinado volume”, pude esclarecer com mais eficiência como as densidades do corpo e do líquido se relacionam com o empuxo e, conseqüentemente, com a flutuação. A partir dessa abordagem solucionei um problema que considero importante para minha prática: esclarecer de maneira objetiva, para alunos com dificuldades de aprendizagem, a relação entre o empuxo e a densidade dos corpos através de uma atividade de investigação.

BREVE DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

A turma deve se organizar em grupos de no máximo cinco alunos. Cada grupo recebe um recipiente com água, uma bacia de plástico transparente com capacidade de 1l, um chumbo de pescaria de massa 100g e três copos descartáveis com capacidades de 50 ml, 100 ml e 200 ml nos quais são adaptadas alças de barbante. As seguintes informações são anotadas na lousa: peso do chumbo = 100 gf = 1 N; peso de 1 l de água = 1 kgf = 10 N; capacidade do copo pequeno = 50 ml; capacidade do copo médio = 100 ml; capacidade do copo maior = 200 ml. A atividade é orientada a partir de uma seqüência de ações que deve ser obedecida por todos os grupos. A bacia transparente deve conter aproximadamente 600 ml de água. O nível da água na bacia deve ser marcado antes e depois que qualquer objeto for colocado dentro dela. Os copos descartáveis vazios são colocados sobre a água, um de cada vez, e possíveis mudanças no nível da água são verificadas. Antes que cada um dos copos contendo o chumbo seja colocado na água deve-se prever o quanto ele irá afundar. A previsão deve ser justificada, em seguida testada, caso não seja confirmada, os integrantes dos grupos devem procurar entender o que aconteceu discutindo entre si. Após essa etapa o chumbo é retirado dos copos, coloca-se água em cada um deles e todos os passos anteriores são executados novamente. Ao final da aula os alunos devem entregar um relatório com suas previsões, a descrição de suas observações e as explicações dos fenômenos que observaram.

A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

Ao realizar essa atividade nas turmas da primeira série em 2003 constatei que, de maneira geral, todos os grupos apresentaram o mesmo comportamento e levantaram as mesmas questões. Para facilitar o entendimento da dinâmica da atividade baseei meu relato em minha última experiência com os alunos. Passei as recomendações gerais para a realização da atividade para a turma e enquanto os alunos executavam as tarefas circulei entre os grupos para acompanhar seu desempenho e orienta-los. Havia uma unanimidade em duas afirmações: a de que os copos descartáveis não deslocavam água e a de que qualquer um dos copos contendo o

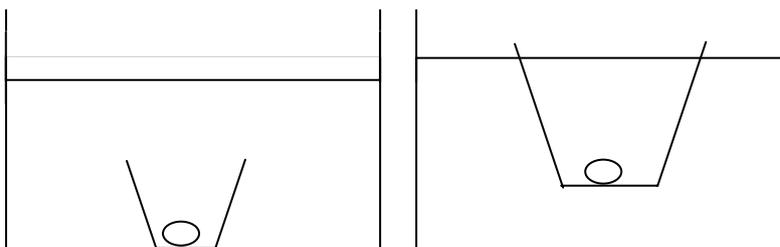


Figura 1- À esquerda, o copo de 50 ml contendo o chumbo afundou na água; à direita, o copo de 100 ml flutuou quase totalmente submerso.



chumbo afundaria na bacia “*porque ficariam muito pesados*”. Durante o atendimento aos grupos os convidava a pensar sobre o fato de que o volume de água deslocada pelos copos vazios era desprezível, mas não inexistente. Ao colocarem os copos contendo o chumbo na água ficavam surpresos, pois apenas o copo de 50 ml afundou, o copo de 100 ml flutuou quase totalmente submerso (Fig. 1).

Eles puderam constatar, visualmente, que o copo de 100 ml deslocou praticamente 100 ml de água. Solicitei que a partir desta informação determinassem qual foi o valor do empuxo que este copo recebeu da água e o comparassem ao peso do chumbo. Rapidamente todos perceberam que o empuxo que atuou sobre o copo foi igual ao peso do chumbo. Alguns grupos chegaram a esta relação sem que eu fizesse qualquer intervenção. Eles deviam explicar por que o copo de 50 ml contendo o chumbo afundava e com relativa facilidade concluíam que o empuxo máximo que ele poderia receber da água era de 0,5 N.

Os desafiei a “adivinhar” o quanto o copo de 200 ml contendo o chumbo afundaria. Inicialmente, houve uma divisão de opiniões enquanto alguns dos integrantes do grupo afirmavam que o copo ficaria com a maior parte de seu volume submerso, os outros defendiam que seria apenas a metade do volume. Eles discutiram um pouco entre si e concluíram juntos que o copo com chumbo deveria deslocar 100 ml = 1 N de água, portanto o copo de 200 ml flutuaria com metade de seu volume submerso. Quando me certifiquei de que todos no grupo haviam entendido isso, propus que enchessem os copos com água e os colocassem cuidadosamente na bacia. Novamente, eles precisavam prever se os copos afundariam e justificar sua escolha. Poucos deles disseram que os copos afundariam, a maioria dos alunos já havia entendido que o empuxo sobre os copos cheios de água seria equivalente a seu peso. Antes de confirmarem sua previsão impus a condição de que colocassem na água um copo de cada vez. Considerei essa uma medida importante para que os alunos percebessem através do nível da água na bacia qual foi o volume de água deslocada por cada um dos copos. Minha preocupação era a de que ficasse evidente que os copos deslocavam um volume de água equivalente à sua capacidade máxima. Os grupos verificaram que os copos cheios de água não afundaram e determinaram o empuxo exercido sobre eles.

Utilizei um dinamômetro simples para pesar os copos com água, pendurando-os pela alça de barbante. Tomei essa medida para reforçar a idéia de que os copos receberam um empuxo igual ao peso da água que deslocaram. Em seguida, solicitei que colocassem o chumbo dentro da água e tentassem determinar o empuxo que atuava sobre ele. Quando algum dos integrantes do grupo afirmava que o chumbo não recebia empuxo porque não deslocava água os outros o corrigiam justificando que o empuxo era muito pequeno, pois era difícil perceber a quantidade de água deslocada. A partir desse momento os alunos entenderam que um corpo mais denso que a água afunda porque seu peso é superior ao peso da água que ele é capaz de deslocar. Eles passaram a investigar, voluntariamente, a relação entre peso e volume de objetos como borrachas, chaveiros e outros objetos que estivessem a seu alcance.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência com o empuxo é significativa porque se mostrou eficiente como atividade de investigação que auxilia os alunos a construir seu conhecimento a partir da observação e análise de fenômenos físicos. De maneira geral os professores encontram dificuldade em mostrar essa relação de maneira objetiva, sobretudo quando os alunos apresentam deficiências graves em sua formação básica. Por intermédio dessa atividade os alunos tornam-se capazes de



relacionar os fatores que envolvem o empuxo com a densidade do líquido e dos corpos nele mergulhados superando suas dificuldades de aprendizagem. Com este relato procuro auxiliar outros colegas professores que buscam alternativas para lidar com os problemas cotidianos próprios do ensino de física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JULIO, Josimeire Meneses. *Ensino de Física e Necessidades Formativas dos Estudantes: um exemplo no estudo de hidrostática*. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG, 2002. (Monografia, Licenciatura em Física)
- JULIO, Josimeire Meneses. *Intervenções com o Ensino de Hidrostática - Reflexões sobre a Prática Educativa*. Belo Horizonte: Centro de Ciências e Matemática de Minas Gerais - UFMG, 2003. (Monografia, Especialização em Ensino de Física)
- MILLAR, Robin. Um Currículo de Ciências Voltado para a Compreensão por Todos. Universidade de York. Senior Lecturer em Estudos Educacionais. Artigo publicado na *School Science Review*, mar 96. 77 (280). Traduzido por Jordelina Lage Martins Wykrota e Maria Hilda de Paiva Andrade.



Anexo 4 - A Pressão Exercida por Materiais nos Estados Líquido e Gasoso

Helder de Figueiredo e Paula

Prof. do Departamento de Física da Universidade Federal de Ouro Preto

Introdução

O ar é um material formado pela mistura de muitos gases, além de pequenas partículas em suspensão. Assim como os líquidos e outros tipos de gases, o ar é capaz de exercer pressão. Nesta atividade faremos alguns estudos e experimentos que nos permitirão compreender um grande conjunto de fenômenos e situações, aparentemente diferentes, mas associadas à capacidade do ar e dos líquidos exercerem força ou pressão.

Exploração 1: A construção de um problema

Entre outros sentidos, o dicionário do Aurélio nos diz que problema é uma questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento. Problemas desse tipo podem surgir quando algo foge às expectativas. Pequenas alterações em processos rotineiros podem revelar resultados inesperados e dar origem a um problema. Vejamos um exemplo:

- 5) Em primeiro lugar comecemos por responder a uma pergunta que trata de uma situação rotineira e, aparentemente, não problemática. Imagine que um sujeito beba água através de um canudo bastante comprido que está inserido dentro de uma garrafa. Como todos sabem, para beber água desse modo, é preciso fazer o líquido subir pelo canudo. Mas, o líquido tem peso e, portanto, tende a permanecer no fundo da garrafa. Que tipo de ação é realizada sobre o líquido para que ele suba pelo longo canudo e contrarie a ação da força da gravidade que age sobre ele?
- 6) É bem possível que você possua uma boa resposta para a pergunta feita no item anterior. Respostas e explicações são produzidas por meio de palavras e, portanto, por meio de idéias e “teorias”. Uma boa explicação deve continuar sendo útil, mesmo que alguma mudança seja introduzida na situação que ela procura explicar. Façamos, pois, uma pequena alteração no processo de sucção de líquido por meio do canudinho. Experimente beber a água da garrafa pequena de refrigerante que será colocada sobre sua mesa por meio de um longo canudo que atravessa a tampa. Em primeiro lugar, você tentará beber a água mantendo a tampa bem rosqueada à garrafa. Em seguida, desenroscará a tampa e tentará novamente. O fato da tampa estar ou não rosqueada à garrafa interfere de algum modo no processo? Explique.
- 7) Releia a resposta que você deu à pergunta formulada no primeiro item e veja se as idéias que ela contém são suficientes para explicar porque o rosqueamento da tampa interfere em nossa capacidade de fazer o líquido subir pelo canudo. Será que você está diante de um problema, ou é capaz de explicar a alteração introduzida na experiência pela presença da tampa?
- 8) O conhecimento é produzido para ser compartilhado e, por isso, é comum que as pessoas se esforcem para produzir explicações semelhantes para um mesmo fenômeno. Compare a explicação que você produziu ao responder os itens anteriores com as

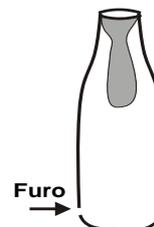




explicações construídas por seus colegas. Elas são semelhantes ou são significativamente diferentes? Explique.

Exploração 2: Soprando balões no interior de garrafas

Nesta exploração, usaremos duas garrafas plásticas de refrigerante 2 litros. Uma delas foi perfurada próxima ao fundo, na lateral. No gargalo de cada uma das garrafas, introduziremos um balão de borracha que pende para o lado de dentro (veja a figura). Depois disso, tentaremos encher os balões para avaliar se a presença do furo exerce alguma influência no resultado da experiência.



1) O ar que vem de nossos pulmões age na **superfície interna** do balão contido na garrafa furada e força suas paredes elásticas a se expandirem! Mas, e na outra garrafa: o que impede o ar dos pulmões de encher o balão?

2) Desta vez, vamos utilizar a garrafa furada para soprar o balão até que ele preencha pouco mais da metade do espaço definido no interior da garrafa. Após obter essa configuração, iremos tampar o furo com o dedo e retirar a boca do gargalo. Costuma ocorrer, nessas circunstâncias, um fenômeno curioso. Depois que o furo é tampado e nossa boca é afastada da garrafa, o balão costuma **retrair** um pouco sem, todavia, esvaziar-se completamente. Eis aí uma situação nada rotineira: um balão parcialmente cheio com a boca completamente aberta! Como explicar esse resultado curioso?



3) Para construir uma explicação coletivamente vamos analisar o processo descrito no item anterior, passo a passo. É possível concluir que enquanto o furo da garrafa mantém-se aberto e o balão se expande no interior da garrafa, diminui a massa de ar contida no interior da garrafa (veja figura ao lado). Nota-se, também, que após tampar o furo com o dedo e afastar a boca do gargalo, o balão geralmente se contrai um pouco.

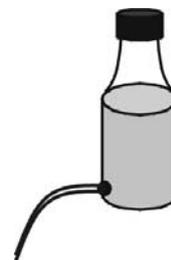


- O que ocorre com a massa de ar contida na garrafa enquanto o balão retrai?
 - O que acontece com a densidade do ar contido na garrafa, nessas circunstâncias?
 - O que pode estar agindo na superfície interna do balão de modo a forçar suas paredes elásticas a permanecer parcialmente esticadas?
- 4) O balão mantém-se parcialmente cheio até que liberemos novamente o furo na base da garrafa. Quando o furo é destampado, o balão volta a se esvaziar.
- A liberação do furo produz alguma mudança no estado do ar contido na garrafa, do lado de fora do balão? Explique seu ponto de vista.
 - O fato de o balão ser dotado de paredes elásticas tem alguma importância nesse processo? Explique seu ponto de vista.



Exploração 3: Uma maneira curiosa de controlar um fluxo de água

Usaremos novamente a garrafa plástica furada, desta vez sem o balão. Encheremos a garrafa com água, enquanto tampamos o furo com o dedo. Depois disso, rosquearemos a tampa da garrafa para observar se a água pode escapar pelo furo lateral. Experimente tampar e destampar a garrafa algumas vezes.

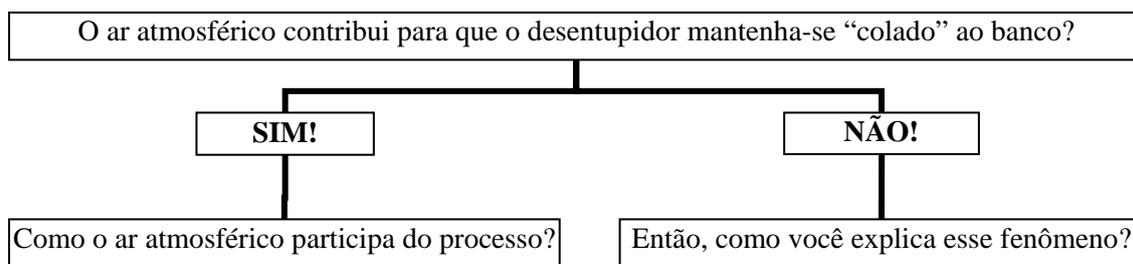


- 1) Quando a garrafa é tampada, a água continua a escorrer um pouco.
 - a) O que acontece com o volume ocupado pelo ar contido na garrafa depois que a tampa é enroscada?
 - b) O que acontece com a densidade do ar confinado e a pressão que ele é capaz de exercer no interior da garrafa?
- 2) O ar atmosférico exerce uma ação sobre o líquido na região do furo lateral? Explique.
- 3) É razoável afirmar que a tampa da garrafa controla a ação do ar atmosférico sobre a superfície superior do líquido? Explique.
- 4) As idéias e raciocínios que produzimos nas respostas dadas aos cinco itens desta exploração anteriores são muito diferentes daqueles que construímos para explicar as situações propostas na exploração número 2 deste roteiro? Explique.

Exploração 4: A ação do ar sobre um desentupidor de pia

Um desentupidor de pia é pressionado contra um banco de superfície dura e lisa. Esta operação permite erguer o banco segurando apenas no cabo do desentupidor.

- 1) Quando apertamos o desentupidor contra o banco, é possível notar que parte do ar contido em seu interior escapa. Então, o que acontece com a massa e a densidade do ar contido entre a borracha do desentupidor e a superfície do banco?
- 2) Note que, enquanto o banco é erguido, o espaço ocupado pelo ar contido dentro da borracha do desentupidor tende a aumentar. Nesse caso, o que acontece com a densidade ou a “concentração” das moléculas de ar nesse ambiente fechado?
- 3) Do lado de fora do espaço criado entre o desentupidor e o banco, existe ar atmosférico. Levando em consideração esse fato, assim como o fato de que o desentupidor parece ter sido colado ao banco, responda:





Anexo 5- Quadro com as características das atividades investigativas (Atividade 5 – Disciplina ENCI C)

Responda às questões abaixo no fórum.

- 1) Preencha os quadros abaixo. A partir deles, redija um pequeno texto fazendo uma comparação entre as características das atividades desenvolvidas nas disciplinas ENCI.
- 2) Em que sentido cada uma das atividades contribuiu para sua aprendizagem de ciências?
- 3) Considerando sua vivência como professor, aponte limitações e aspectos positivos de cada uma das atividades.

a) Marque sim ou não para a presença de cada característica nas atividades

	Atividade Investigativa			
	Prática	Banco de dados	Evidências	Simulações
Construir um problema				
Valorizar o debate e a argumentação				
Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências				
Aplicar e avaliar teorias científicas				
Permitir múltiplas interpretações				

a) Numere de 1 a 5, a preponderância dos itens ao lado nas atividades investigativas. Atribua 1 para pouca ênfase e 5 para muita ênfase. 2, 3 e 4 valores relativos nesta escala.

	Atividade Investigativa			
	Prática	Banco de dados	Evidências	Simulações
Construir um problema				
Valorizar o debate e a argumentação				
Propiciar a obtenção e a avaliação de evidências				
Aplicar e avaliar teorias científicas				
Permitir múltiplas interpretações				



Anexo 6 - Atividade: O que é preciso para ocorrer a produção do amido na folha de um vegetal?

Pelo que temos discutido até agora é razoável admitir que a luz é um elemento importante para a produção de amido nos vegetais. Nesta atividade faremos um experimento para avaliar a importância da luz nesse processo.

Você vai precisar de:

Um pé de espinafre plantado em um vaso (ou na horta de sua escola — se houver), papel-alumínio, álcool, lugol, etiquetas e dois vidros.

O lugol é uma solução muito utilizada para testar a presença de amido nas plantas. Pode ser preparada dos seguintes materiais: tintura de iodo, iodeto de potássio, água destilada.

Como fazer

A – Preparando o material

- Cubra por um dia algumas folhas do pé de espinafre com um pedaço do papel-alumínio, deixando outras descobertas.
- Retire os pigmentos da folha. Como a clorofila é solúvel em álcool, utilize-o nesse procedimento. Insira em um dos vidros com álcool as folhas que ficaram cobertas por um dia. No outro vidro, coloque algumas que tenham ficado expostas ao Sol.

- Identifique os vidros com etiquetas. Deixe as folhas imersas até que fiquem despigmentadas. Esse processo deve durar um dia.

B – Conduzindo a investigação

- Faça um teste para observar o efeito do lugol no amido. Você pode fazer isso pingando gotas de lugol em uma batata ou em amido de milho, usado para fazer mingaus.
- Após a extração do pigmento, retire o álcool dos vidros. Coloque lugol sobre as folhas, cobrindo-as completamente. Depois de alguns minutos, observe o que ocorre e anote os resultados.
- Compare as folhas que ficaram cobertas com as que ficaram expostas ao Sol.

Interpretando os resultados

1. O teste do lugol nos permite concluir que há uma diferente concentração de amido entre as folhas que foram expostas ao Sol e as que ficaram cobertas?
2. Existem algumas plantas que possuem folhas com partes verdes e partes brancas. Se repetirmos o procedimento usando partes brancas e partes verdes de uma mesma folha, que resultado você espera encontrar no teste do lugol? Justifique.

Atividade retirada da coleção Construindo Consciência, página 143 – livro 6ª série -Ciências-APEC, Editora Scipione



Anexo 7 – Atividade: Para entender e controlar o enferrujamento

O que interfere na rapidez com que o enferrujamento acontece? Para responder a essa questão, você pode fazer uma experiência. Mas antes de fazê-la, discuta com seus colegas o que eles esperam que aconteça a cada um dos pregos, nas situações apresentadas a seguir. Eles enferrujam ou não? Justifiquem suas previsões. Lembrem-se de anotar as previsões e as justificativas no caderno.

Você vai precisar de:

Quatro pregos novos, palha de aço fina, 4 potes de vidro com tampa transparentes e vazios, óleo, água à temperatura ambiente e água fervida.

Como fazer

- a) Lixe cada um dos quatro pregos com uma palha de aço fina.



- b) Coloque um prego submerso em um vidro com óleo e tampe cuidadosamente.



- c) Encha completamente um vidro com água à temperatura ambiente e coloque um prego dentro dele. Tampe com cuidado.



- d) Coloque um prego dentro de um vidro vazio e tampe com cuidado.

Atividade retirada da coleção Construindo Consciência, página 127 – livro 5ª série - Ciências- APEC, Editora Scipione.



Anexo 8 - Atividade: Como determinar a massa de um corpo sem usar a balança

Como a massa de um corpo está relacionada à dificuldade que ele oferece às nossas tentativas de alterar seu estado de repouso ou de movimento? Em outras palavras, como a massa está associada à inércia do corpo?

Você vai precisar de:

Dois carrinhos confeccionados previamente por seu professor.

Como fazer

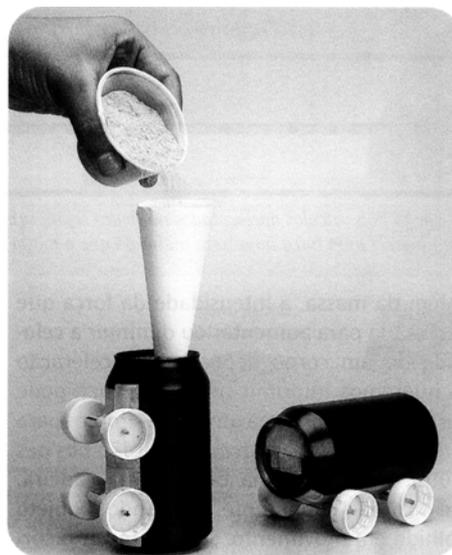
- Puxe os carrinhos simultaneamente com a ajuda de dois elásticos idênticos, para dar a cada um a mesma aceleração.

- Depois, interrompa seus movimentos com as mãos.

Interpretando os resultados

1. É realmente possível determinar qual dos dois carrinhos possui maior massa sem pesá-los ou suspendê-los com as mãos? Que critério pode ser adotado nesse caso?
2. Os caminhoneiros afirmam que é mais difícil parar uma carreta carregada do que uma carreta descarregada quando ambas se encontram em movimento com a mesma velocidade. Os resultados dessa atividade reforçam essa afirmação ou estão em contradição com ela? Explique.

Atividade retirada da coleção *Construindo Consciência*, página 151 – livro 8ª série - Ciências- APEC, Editora Scipione





Anexo 9 – Atividade: Investigando a ação das leveduras

das leveduras

Você vai precisar de:

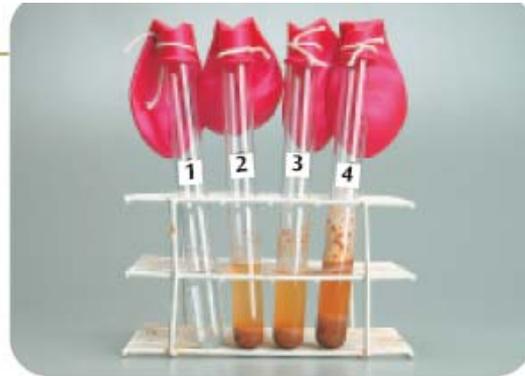
Água aquecida, açúcar, levedura (fermento de pão), farinha de trigo, 4 tubos de ensaio pequenos ou vidrinhos transparentes, 4 balões de aniversário, 1 colherzinha ou espátula, linha para amarrar os balões.

! Atenção! Utilize luvas térmicas, pois a água pode estar quente. Cuidado para não se queimar!

Como fazer

- Você vai montar 4 sistemas, conforme as indicações dadas no quadro.

Sistema	Procedimento
1	5 mL de água aquecida + 1 colherzinha de levedura/fermento
2	5 mL de água aquecida + 1 colherzinha de açúcar
3	5 mL de água aquecida + 1 colherzinha de levedura (fermento) + 1 colherzinha de açúcar
4	5 mL de água aquecida + 1 colherzinha de levedura (fermento) + 1 colherzinha de farinha de trigo



- Com um pedaço de linha amarre um balão de aniversário na boca de cada tubo de ensaio e observe por aproximadamente 50 minutos, se o dia estiver quente.

Interpretando os resultados

1. Em qual(is) dos frascos ocorreu reação química? Justifique.
2. Qual(is) substância(s) teria(m) provocado a atividade da levedura?
3. Qual é a importância para nós da ação das leveduras na fabricação de pães?

Atividade retirada da coleção Construindo Consciência, página 231 – livro 6ª série - Ciências- APEC, Editora Scipione.