

NEGOCIAÇÕES ENTRE ELEMENTOS EPISTEMOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA

NEGOCIATIONS BETWEEN EPISTEMOLOGICAL AND SOCIOLOGICAL ELEMENTS IN PHYSICS LEARNING AND TEACHING

Noemi Sutil¹
Rejane Aurora Mion²

¹UEPG/Programa de Pós-Graduação em Educação-Mestrado em Educação, noemisutil@hotmail.com

²UEPG/Programa de Pós-Graduação em Educação-Mestrado em Educação, ramion@uepg.br

Resumo

Apresentamos análises preliminares de pesquisa em desenvolvimento, a qual objetiva analisar como alunos de graduação constroem e vivem um processo de ensino-aprendizagem com a elaboração de propostas educacionais no ensino de Física. A pesquisa é realizada no contexto da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II, curso de Licenciatura em Física, UEPG. A concepção de pesquisa utilizada é a investigação-ação educacional de perspectiva emancipatória, tendo a etnografia como abordagem metodológica. Os dados foram coletados a partir de observações diretas, registros escritos em diário de campo e gravações eletrônicas. São identificadas e analisadas as negociações entre fatores epistemológicos e sociológicos, envolvidas na elaboração de propostas educacionais. Alguns desafios à formação de professores são destacados, com relação à incorporação dos conhecimentos físicos discutidos na graduação e estruturas escolares do ensino médio, bem como possibilidades ao professor de Física, ao permitir visualizar e criticar os elementos da proposta educacional.

Palavras-chave: Formação de professores, ensino-aprendizagem, negociações, propostas educacionais em ensino de Física.

Abstract

We present some preliminary analysis related to research in development, that intend analyze how college students build and live a learning and teaching process with educational proposals elaborating in Physics teaching. The research has been developed in the context of Physics teaching Methodology and Practice I and II course, Physics Teacher Education at UEPG. The utilized research conception is the educational action-research in an emancipatory perspective, with the ethnography as metodological approach. Data were collected from direct observations, written data in a field diary and electronical records. The negociations between epistemological and sociological elements in the educational proposals elaborating process have been identified and analyzed. Some challenges to teacher's education have been verified, related to physical knowledge incorporation in college and educational structures in medium school, and some possibilities to Physics teacher as well, when he can visualize and criticize the educational proposal elements.

Keywords: teacher's education, learning and teaching, negotiations, educacional proposals in Physics teaching.

INTRODUÇÃO

O substrato que apresentamos neste trabalho refere-se à revisão de literatura, bem como algumas análises preliminares de dados coletados, em pesquisa em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado em Educação, na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, em Ponta Grossa, Pr. A pesquisa está sendo desenvolvida nas disciplinas Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II, no quarto e quinto anos do curso de Licenciatura em Física, da Universidade Estadual de Ponta Grossa – Pr, de agosto a dezembro de 2004 e fevereiro a dezembro de 2005, em proposta educacional desenvolvida por Mion (2002), durante o estágio curricular obrigatório. Os alunos de graduação, nesse contexto, elaboram suas propostas educacionais para o ensino-aprendizagem de Física, no ensino médio, desvelando um objeto técnico, visando sua transformação em equipamento gerador.

A concepção de pesquisa utilizada é a investigação ação educacional de perspectiva emancipatória, tendo a etnografia como abordagem metodológica para coleta e análise de dados. O objetivo é analisar como alunos de graduação constroem e vivem um processo de ensino-aprendizagem na elaboração de propostas educacionais para o ensino de Física. Os procedimentos de coleta de dados se constituem de observações diretas, registradas em diário de campo, de acordo com registro apresentado por Mion (2002), e gravações eletrônicas.

Compreendemos proposta educacional como sendo o resultado da vivência de um processo de problematização de conceitos e práticas, expresso em um quadro de conhecimentos veiculados e as atividades educacionais adequadas à sua discussão, tendo a pesquisa como princípio formativo, educativo e de trabalho. Isto implica na obtenção de uma rede conceitual, onde se visualize os conhecimentos físicos reorganizados e hierarquizados, em torno de um fio condutor e respeitando as bases epistemológicas e metodológicas envolvidas. Assim, consideramos a proposta educacional em três âmbitos: organização de conhecimentos veiculados, elaboração de atividades educacionais e a pesquisa como princípio formativo, educativo e de trabalho.

A discussão em torno da construção e vivência das propostas educacionais em Física pelos alunos do curso de Licenciatura em Física da UEPG, passa pela identificação e análise das negociações que os mesmos realizam nesse processo. De acordo com Ventura (2001, p. 20, traduções nossas) “as pessoas negociam para criar novos conhecimentos, novos saberes e por lhes popularizar”. Assim a proposta educacional, como reorganização curricular e estratégias de discussão em espaços de ensino-aprendizagem, requer negociação entre conhecimentos existentes, as possibilidades de transformação e avanços, bem como as atividades educacionais em Física envolvidas na popularização científica.

Na seqüência, apresentamos quais são os aspectos epistemológicos e sociológicos negociados, que estamos considerando na elaboração dessas propostas educacionais, discutimos como a análise das implicações da relação entre ciência, tecnologia e sociedade realizada por Bruno Latour (1994, 2000) permite interligar elementos epistemológicos e sociológicos no ensino-aprendizagem de Física e discursamos sobre como esses aspectos podem ser articulados na elaboração de propostas educacionais no ensino de Física. As análises preliminares contidas neste artigo são relacionadas à identificação dessas negociações na elaboração de propostas educacionais, na pesquisa em desenvolvimento, com alunos do curso de Licenciatura em Física, da UEPG.

ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS NEGOCIADOS NA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA EDUCACIONAL

Chalmers (1993), ressalta a concepção de senso comum amplamente aceita sobre a ciência, a de um conhecimento confiável porque comprovado objetivamente. A indução e a dedução são seus elementos centrais em atividade neutra e livre de subjetivismos.

A ciência moderna fundamentou-se nos princípios de indução e dedução. As observações não preconceituosas, devidamente organizadas deveriam fornecer a base segura de leis e teorias. A partir de uma lista finita de observações singulares ocorreria a formulação de uma lei universal. Assim no raciocínio lógico-dedutivo se duas afirmações são verdadeiras, a conclusão também será.

Chalmers destaca que “a objetividade da ciência indutivista deriva do fato de que tanto a observação como o raciocínio indutivo são eles mesmos objetivos” (1993, p. 34). O princípio da indução apresenta, no entanto, um problema central: a própria indução se sustenta em um princípio indutivo e mesmo a probabilidade não apresenta uma solução para o impasse.

A seguir Chalmers explicita a influencia da teoria sobre a observação.

Observadores vêem a mesma coisa, mas a interpretam de formas diferentes, dependendo de sua posição, de sua cultura. Dessa forma “algum tipo de teoria deve preceder todas as proposições de observação e elas estão tão sujeitas a falhas quanto as teorias que pressupõem (CHALMERS, 1993, p. 53).

Ainda segundo Chalmers “observações e experimentos são realizados no sentido de testar ou lançar luz sobre alguma teoria, e apenas aquelas observações consideradas relevantes devem ser registradas”. (1993, p. 59). A questão da validação do conhecimento é posta em dúvida ao se problematizar a objetividade.

Habermas (1982) propõe a questão sobre a possibilidade de adquirir um conhecimento digno de crédito. Durante séculos algumas concepções de ciência buscaram responder o desafio. O positivismo firmou a linguagem matemática como base de um conhecimento que pudesse ser válido e livre de preconceitos. A existência de um método válido para todas as ciências foi colocada em discussão e, mesmo com o questionamento desse elemento, os conhecimentos científicos nas ciências exatas foram extremamente aumentados, tendo a corrente positivista como uma das grandes propulsoras.

Como devem se estruturar esses conhecimentos e como são validados foram outras preocupações em discussão sobre o conhecimento digno de crédito. O que nos leva a adentrar essa discussão é que a compreensão de como a ciência se estrutura, permite vislumbrar a prática científica em um campo de possibilidades e, portanto, de criatividade.

Bachelard (1968) ainda propõe que “os instrumentos não são senão teorias materializadas” (p. 19). Latour se dispõe a desvendar essas teorias materializadas. Dessa forma, discussão dos elementos que constituem a Física torna-se mais ampla.

Podemos dizer que o conhecimento físico tem por objetivo a descrição mais exata possível de fatos observados ou produzidos a partir de uma teoria pré-existente e que, geralmente, ele é um corpo articulado de conceitos, leis, princípios, convenções, que se relacionam por meio de operações lógico-formais e se articulam por meio de regras matemáticas (PINHEIRO et al, 2000, p. 35).

Assim, com relação à Física, a sua estruturação em leis e teorias depende de outros conhecimentos, quer teóricos, quer materializados em equipamentos tecnológicos. Latour (2000) compreende que um conhecimento científico constitui e é constituído de vários outros elementos estabilizados em outras áreas, se aproximando da noção de Bachelard com respeito a fenomenotécnica, conceito que representa a influência dos equipamentos de observação e sistematização na construção da ciência.

Almeida (1999) ressalta na constituição interna da Física, uma metalinguagem da ciência, bem como uma linguagem matemática. Ressalta a importância, no entanto, da utilização de uma

linguagem formal na popularização científica, ou seja, na passagem do senso comum para o conhecimento sistematizado.

Nesse sentido, Pinheiro et al (2000) argumenta sobre o papel da matemática na estruturação da Física. “Ela está presente na atividade científica tanto no seu processo quanto no seu produto, seja na definição de um conceito, seja na articulação entre os elementos de uma teoria científica” (PINHEIRO et al, 2000, p. 36). Bachelard (1968) destaca que a matemática é parte constituinte do conhecimento físico, formando o eixo da descoberta.

Considerando elementos lingüísticos, fenomenotécnicos e estruturadores que constituem a Física, pode-se então procurar compreender tal área como um conjunto complexo, envolvidos em um modelo teórico. De acordo com Pinheiro et al (2000, p. 33) “o conhecimento científico, e mais especificamente o conhecimento físico, é constituído por teorias, que são estruturadas por modelos”.

De um ponto de vista epistemológico, parte-se da estruturação dos conhecimentos físicos em um modelo teórico científico. Este pode ser designado como “um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um objeto-modelo, que é por sua vez, uma representação conceitual esquemática de uma coisa ou de uma situação real ou suposta como tal” (BUNGE apud PIETROCOLA, 2000, p. 104). Envolve também os fatores característicos da prática dialógica de discussão de tais conhecimentos em um processo de ensino-aprendizagem: comunicação e linguagens.

É preciso, então, que as teorias, modelos, conceitos e definições com base nas quais se elaboram os conteúdos programáticos escolares reflitam, também, seu processo de produção, de modo que se explore a historicidade do conhecimento veiculado e se explicita seu caráter simultaneamente verdadeiro e provisório (ANGOTTI et al, 2002, p. 186).

As teorias físicas são assim discutidas e analisadas em seus conceitos descritivos e matemáticos e prescindem no âmbito educacional de uma visão hermenêutica, de superação do senso comum para uma outra análise mais elaborada, sistematizada. Coloca-se em questão a formação de uma cultura científica e tecnológica.

É trabalho do professor de Física ao elaborar uma proposta educacional para ensinar Física, compreender que outros conhecimentos são necessários para que se possa discutir Física. Dessa forma, na elaboração da rede conceitual, os elementos matemáticos necessários deverão ser levantados, bem como a metalinguagem da Física deverá ser identificada, para que o conhecimento do senso comum possibilite a tradução dos termos utilizados nas ciências. A proposição de Freire (1979) sobre temas-dobradiça é adequada para esse momento, onde se reserva um espaço na proposta educacional em Física para discussão de um conhecimento de outra área.

A elaboração de atividades educacionais no ensino-aprendizagem de Física também leva em consideração como ocorre a constituição da Física. As atividades teórico-experimentais também precisam levar em conta que conhecimentos são necessários para desenvolvê-las e estimular o aluno a observar como ocorre a construção da ciência, vislumbrando possibilidades de proposição de interpretação dos dados coletados.

A proposta educacional ao ser desenvolvida tendo a pesquisa como princípio formativo, educativo e de trabalho (MION, 2002), também leva em conta os elementos epistemológicos envolvidos na interpretação das práticas educacionais. As atividades educacionais são propostas procurando responder um problema de pesquisa, porém, na área de ciências humanas. Assim, além da compreensão da estruturação e validação do conhecimento físico, o aluno precisa se apropriar do processo de pesquisa em ensino de Física.

O primeiro elemento desenvolvido pelos alunos é o projeto de pesquisa, que parte da escolha de um lugar teórico (VALENTE, 1997), as concepções científico-educacionais

envolvidas. O aluno precisa compreender como utilizar os instrumentos de coleta de dados, bem como interpretá-los. Se nas ciências exatas o positivismo não acrescenta grandes problemas na interpretação dos dados, quando se trata da pesquisa em educação ocorre exatamente o contrário.

A tarefa é agora apresentar concepções de pesquisa diferentes das ciências exatas, onde a teoria passa ter uma valorização ainda maior nas observações e a neutralidade científica é um absurdo sem precedentes. A validade e provisoriedade do conhecimento, nesse momento, são bem mais complexas, representando um recorte temporal de estabilidade muito mais reduzida, ou seja, um máximo conhecimento possível, condicionado ao observador, à teoria e ao período considerado.

A idéia positivista de leis universais e absolutas é descartada. O desafio torna-se então achar uma solução o mais ampla possível, que também rejeite a tendência de um relativismo absoluto, corroborando com Valente (1997) que “é preciso buscar respostas para as possibilidades de articulação dos valores universais e das especificidades culturais”. (p.6).

ASPECTOS SOCIOLÓGICOS NEGOCIADOS NA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA EDUCACIONAL

Quais são os aspectos sociológicos envolvidos na elaboração de uma proposta educacional? Apresentamos duas direções, a primeira com relação ao papel da ciência na sociedade, no que situamos os estudos CTS buscando a discussão das implicações da relação ciência, tecnologia e sociedade e o segundo diz respeito a estrutura escolar envolvida na elaboração das propostas educacionais.

Ciência, tecnologia e sociedade – objetivos e definições

As condições epistemológicas próprias à estruturação dos conhecimentos científicos, sua ruptura com o senso comum e sua relação com estruturas sociais são abordadas nos estudos que se centram nas implicações da relação ciência, tecnologia e sociedade em antagonismo à concepção linear da prática científica. “A concepção clássica das relações entre a ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado “modelo linear de desenvolvimento”: +ciência=+tecnologia=+riqueza=+bem estar social” (BAZZO, 2003, P. 120). A negação desse modelo linear está na base da emergência dos estudos CTS.

A construção social da ciência, suas influências nas relações humanas, a partir da rejeição do modelo linear, arregimentou esforços para a formação de uma concepção de ciência e com efeito sobre as práticas educacionais. A ciência, nesse ponto de vista, perde a interpretação de elemento neutro e passa a ser considerada em uma estrutura social, torna-se importante componente na construção e vivência da cidadania. De forma ampla,

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (BAZZO, 2003, p. 125).

Os estudos CTS, por um lado, buscam a formação de uma concepção de ciência como atividade social e por outro lado, perseguem a meta do posicionamento democrático dos indivíduos em relação às questões envolvendo os objetos da ciência e tecnologia. Isto implica estudar ciência e tecnologia como produto e elemento de uma rede de relações sociais em estruturas sociais.

Thuillier (1989), em relação ao posicionamento democrático frente à ciência e tecnologia, adverte que “a epistemologia nunca é separável do social” (p. 19) e considera um problema grave a ausência da população em geral nas decisões de natureza científica. Atribui responsabilidades a cientistas e cidadãos em geral no desenvolvimento e aplicação da prática científica partindo da crítica à forma como a sociedade tem se posicionado frente à ciência, que estabelece esta última como algo naturalizado, venerável, determinado. “Não se trata simplesmente de exigir responsabilidade dos cientistas, mas de reivindicar, para o conjunto da sociedade, a possibilidade de exercer um controle democrático sobre a ciência”. (1989, p. 21).

As aproximações dos estudos CTS à concepção freiriana de educação parte da possibilidade de colocar no centro dos questionamentos a ciência e tecnologia como estrutura de superfície, visando conhecer minuciosamente a estrutura profunda dos eventos e produtos que envolvem estes elementos. Uma das metas em congruência entre concepção dialógico-problematizadora freiriana e uma abordagem educacional envolvendo as implicações da relação ciência, tecnologia e sociedade mais notáveis é a luta pelo desenvolvimento de um processo de ensino-aprendizagem que permita aos educandos um olhar mais crítico sobre a sua realidade. Isto implica posicionamento político, de forma responsável e que respeite os concidadãos, na responsabilidade da produção e utilização dos produtos científicos e tecnológicos, não ignorando a participação democrática nas decisões e usufruto de tais objetos.

A CONCEPÇÃO DAS IMPLICAÇÕES DA RELAÇÃO CTS EM BRUNO LATOUR – UMA ALTERNATIVA PARA DISCUSSÃO DE ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS

Ciência, tecnologia e sociedade constituem um campo de estudo para Bruno Latour, que pode encontrar limitações em seus pressupostos ao ser tratado de forma fragmentada “por disciplina” e “por objeto”. Em contraposição, ele apresenta uma proposta de estudo da composição e construção de fatos e máquinas, ciência e tecnologia, estabelecendo um fio condutor, o qual consiste em oposição a deificação da ciência pronta, dos equipamentos tecnológicos estabilizados e dos heróis, gênios de mente superior. Propõe acompanhar cientistas e engenheiros em um emaranhado tecido de condicionantes da estabilização de fatos e máquinas.

Ciência e tecnologia são entrelaçadas no complexo social, proporcionando a visualização de elementos econômicos, culturais, políticos e morais que direcionam a construção, estabilização e utilização de conhecimentos científicos e bens tecnológicos. A realização desse intento parte da proposição de uma indagação primordial: qual será nosso ponto de entrada nos estudos sobre ciência e tecnologia na sociedade? Pela porta de trás, salienta Latour, “nossa entrada no mundo da ciência e tecnologia será pela porta de trás, a da ciência em construção e não pela entrada mais grandiosa da ciência acabada”. (LATOUR, 2000, p. 16).

Este é o principal fundamento da concepção de uma ciência como atividade social na concepção de Latour sobre as implicações da relação ciência, tecnologia e sociedade. A tradução dos conhecimentos científicos em equipamentos tecnológicos é uma prática intensamente social, refletindo interesses, opressões, sendo estes alguns dos condicionantes dos investimentos e apoio à prática científica. As interpretações do potencial de alcance ou sucesso tecnológico são apresentadas sob a ótica dos modelos de difusão e translação, que representam, respectivamente, o estudo da ciência acabada e ciência em construção.

O modelo de difusão estabelece a impressão de que “o comportamento das pessoas é causado pela difusão dos fatos e das máquinas”. (LATOUR, 2000, p. 220). Dessa forma, tal entendimento “inventa um determinismo técnico, com paralelo no determinismo científico”. (ibidem, p. 220). Tem-se uma idéia de reprodução. Tal modelo não consegue conceber a

inovação, quando elementos não só se reproduzem, mas também se transformam. Também cultua heróis ao ignorar os intensos processos de negociação.

Quando existe a não aceitação de alguns fatos, nessa compreensão de disseminação da ciência e tecnologia, a explicação é a existência de dissidentes. Dessa forma “o modelo de difusão agora inventa uma sociedade para responsabilizá-la pela inconstância da difusão de idéias e máquinas”. (LATOURET, 2000, p. 224), onde “a sociedade é simplesmente um meio de diferentes resistências percorrido por idéias e máquinas”. (ibidem, p. 224). Assim a sociedade e os fatores sociais só são acrescentados ao fim da trajetória.

O modelo de difusão separa ciência e técnica em um lado e sociedade em outro, no entanto, a “crença na existência de uma sociedade separada da tecnociência é resultado do modelo de difusão”. (LATOURET, 2000, p. 233). Sociedade e natureza, segundo Latour, ao contrário da concepção disseminada por este modelo, no entanto, não podem ser usadas para explicar como e porque uma controvérsia foi resolvida, pois são as causas da estabilização.

A palavra-chave na compreensão do modelo de translação é a negociação. Parte do pressuposto que é necessária a existência de uma cadeia contínua de pessoas e estruturas para que um produto seja utilizado. Todo equipamento tecnológico e até mesmo todo fato existe em uma rede negociada e estruturada, ou seja, o universal existe em função de uma rede, de um sistema de alianças.

Para identificar o sistema de alianças no modelo de translação, em uma abordagem de ciência como construção social, Latour parte do estabelecimento da dúvida sobre a validade dos conhecimentos científicos e da aceitação de produtos tecnológicos. A dúvida é a condição necessária para o envolvimento nessa área. Duvidar, questionar, problematizar são atitudes que vão possibilitar o envolvimento do “discordante” em um processo de desvelamento que pode se constituir em um fundamento para a crítica da atuação dos elementos sociológicos que estabiliza e perpetua fatos.

Quanto mais profundo é o adentramento do discordante, ou seja, quanto mais dúvidas lançam sobre fatos estabilizados, mais conhecimentos técnicos e científicos são exigidos. Decidir pela contestação de um fato é abrir uma caixa-preta, insistir na descrença é abrir muitas outras. E os conteúdos que vão se apresentando comportam diversos âmbitos de negociação, enfrentamentos, alianças, equipamentos e conhecimentos.

Aceitar o desafio de duvidar implica em conhecer como um fato se estabiliza e como se estrutura. O mesmo ocorre com a curiosidade em desvelar um equipamento tecnológico. A estruturação e a estabilização se alicerçam, concomitantemente, em aspectos sociológicos e epistemológicos, considerando a ciência em construção humana.

Outro elemento importante na proposição de Latour são os porta-vozes. Estes expressam características dos não-humanos, utilizando os signos mais diversos como números, gráficos e microestruturas. Constituem um dos conjuntos de pontos fracos ou fortes que sustentam fatos. Se construir um fato é retirá-lo do centro das controvérsias, das discórdias e estabilizá-lo coletivamente, também é considerar como fatos outras controvérsias. Outros elementos inseridos em práticas discordantes tornam-se alicerces de uma proposição ao serem estabelecidos como fatos. Essa é uma prática identificada na atividade científica que constitui caixas-pretas dentro de caixas pretas.

Assim, se um dos alicerces mais elementares for derrubado faz ruir todo um edifício e isto é possível, visto que os fundamentos de um fato também podem ser questionados e originam uma imensidão de possibilidades de questionamento das condições epistemológicas. A análise de Bachelard também ressalta este aspecto ao discutir a mecânica quântica e newtoniana; a primeira pôs no centro das controvérsias elementos básicos da teoria concorrente, o tempo e o espaço.

De um ponto de vista epistemológico, seguir a ciência em construção é admitir que o conhecimento científico constitui e é constituído de diversos fatores, tais como linguagens, signos, equipamentos. Um exemplar dessa afirmação é a relação entre conhecimentos físicos e

matemáticos, desenvolvidos em complexidade, um em função do outro. Segundo Bachelard, o mesmo ocorre com alguns equipamentos de medidas específicos e mesmo com a linguagem dentro e fora dos laboratórios. Palavras e conceitos são criados para expressar relações físicas e são interpretadas e assimiladas.

De um ponto de vista sociológico, o laboratório é um ponto dentro de uma rede de relações sociotécnicas. A classe de cientistas é aumentada, já não se refere mais unicamente a técnicos e engenheiros; torna-se mais ampla ao envolver um número maior de negociadores, responsáveis pela contabilização de recursos e aliados. Assim, passa-se a fatos e artefatos. Fatos são os elementos incorporados pelas sociedades, ao contrário dos artefatos.

Isto se volta à tarefa de um construtor de fatos: o alistamento de elementos humanos e não humanos em torno de um objetivo. São conhecimentos, máquinas, signos, modelos teóricos científicos e indivíduos com suas aspirações e interesses como objeto das investidas do construtor de fatos. O sucesso desse intento tem como consequência que “as alegações se transformam em fatos indiscutíveis e os protótipos são transformados em peças de uso rotineiro.” (LATOURET, 2000, p. 218). No entanto, esta ilusão dos fatos e máquinas naturalizados, expressa o confronto entre ciência pronta e em construção, a partir dos modelos de difusão e translação.

A PROPOSTA EDUCACIONAL INTERLIGANDO FATORES EPISTEMOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS

Defendemos que o ensino da ciência em suas diversas subáreas, parte da necessidade e existência de uma concepção de ciência e das implicações da relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Torna-se relevante, portanto, analisar quais concepções orientam a prática educacional. Discutir a ciência em construção é analisar suas estruturas e como aspectos epistemológicos e sociológicos se relacionam e são negociados na prática educacional.

Os modelos teóricos científicos são compostos com inúmeros elementos, cuja ignorância elimina crítica e criatividade, quer epistemologicamente, quer sociologicamente. Segundo Freire (2002), a não identificação da estrutura que sustenta uma codificação não permite uma visão crítica e não instrumentaliza para a criação de situações novas. Defendemos que a prática educacional necessita de uma análise da estrutura que sustenta ciência, tecnologia e sociedade.

Dialogar nesse sentido, parte do entendimento das relações humanas e não humanas como uma rede. Compreender dessa forma todas as relações sociais é admitir as ações desenvolvidas neste âmbito em uma complexidade. Assim, compreende-se a rede de relações sociais como sociotécnica, que abrange não somente elementos sociais, mas aspectos técnicos e científicos, concordando com Latour (1994) a respeito da interação entre homens e máquinas, entre humanos e não-humanos, definindo que o homem “é feito destes objetos, tanto quanto estes são feitos dele”.

O diálogo insere-se não somente como aspecto de comunicação, mas, principalmente, como nó epistêmico de origem de conhecimento novo, ponto de partida e constante elemento de busca de desencadeadores para discussão de ciência e tecnologia em espaço escolar. A problematização, em interpretação a partir do modelo de translação proposto por Latour, parte de controvérsias e fatos em ciência e permite o desvelamento de produtos tecnológicos de forma que possamos ter os aspectos epistemológicos e sociológicos ao explicitar o emaranhado de negociações em uma rede de relações sociais.

O que são fatos e controvérsias? Segundo Latour (2000), fatos são afirmações “coletivamente estabilizadas”, enquanto controvérsias constituem proposições em pleno estado de questionamento. Se um fato “é algo que é retirado do centro das controvérsias”, a problematização de conceitos e práticas centra-se na direção inversa, procurando desestabilizar

afirmações e atitudes estabelecidas como estáticas e imutáveis. A provocação é na direção da abertura de caixas-pretas.

Tal processo se insere no que Bachelard (1968) designa como necessário à formação do espírito científico. “É preciso, sem cessar, tomar consciência do caráter completo do conhecimento, espreitar as oportunidades de extensão, prosseguir todas as **dialéticas**” (grifos nossos) (BACHELARD, 1968, p. 127). Essa dialética que se pretende, passa pela discussão do que permanece e do que deve ser transformado no ensino de Física. A problematização se insere como elemento essencial nesse momento.

A problematização de conceitos e práticas compreende o questionamento de conhecimentos veiculados e a discussão dos mesmos em espaços de ensino-aprendizagem. Produzir controvérsias para se gerar fatos novos não se caracteriza como objetivo apenas de ciências naturais, mas também de ciências sociais, discutindo e propondo novas formas de organização curricular no ensino de Física, que se estendam em rumo a uma “educação como prática da liberdade” (FREIRE, 1979). Um outro enfoque para a problematização é a proposição de situações-problema para estabelecimento de um caminho para abstração.

De um ponto de vista sociológico, a problematização de conceitos e práticas insere a Física como um elemento questionador e de possibilidades de transformação da relação ciência, tecnologia e sociedade. Permite discutir o impacto do conhecimento científico e da tecnologia nas sociedades, seus aspectos construtivos, destrutivos, bem como as relações de poder envolvidas, o desvinculamento com questões sociais urgentes como a fome e a violência. Um dos desafios é o de discutir a Física em meio a uma rede de relações sociais, em seus elementos político, econômico, cultural e moral, a qual caracteriza, direta ou indiretamente, a educação.

Do ponto de vista epistemológico, ao se proceder a abertura de caixas-pretas, em um enfoque problematizador, podem ser visualizados os fundamentos de uma teoria científica, permitindo não somente compreendê-la como também questionar suas bases, garantindo elementos de crítica e criatividade. Permite verificar a interpretação que se tem e propor outros entendimentos.

Propomos a abertura de caixas pretas para o vislumbramento dos aspectos epistemológicos e sociológicos negociados na estabilização de fatos e máquinas na prática educacional como uma concepção de problematização. A escolha de caixas-pretas a serem desveladas, no entanto, devem se reportar a problematização anterior sobre as condições de opressão desenvolvidas nas relações entre seres humanos entre si e com os não humanos. Essas caixas-pretas a serem abertas estão relacionadas com situações-limites (FREIRE, 1979).

O que são situações-limites na discussão das implicações da relação ciência, tecnologia e sociedade? Tem-se como opção a utilização de objetos técnicos (ANGOTTI et al, 2001), uma reinvenção dos temas geradores freirianos. Objetiva-se sua transformação em equipamentos geradores, a partir de levantamento temático. Dessa forma, a sociedade em suas redes sociotécnicas encontra-se presente, possibilitando discutir as implicações da relação CTS. Uma outra proposição é a abordagem centrada em eventos que compreende “um evento em particular, ocorrência ou conjunto de circunstâncias retirados da vida real e usados como base na elaboração de módulos para o ensino”. (CRUZ & ZYLBERSTAJN, 2001, p. 190).

A vivência dos processos de codificação, decodificação e recodificação têm como situações-limites, questões de natureza científica e tecnológica, sendo que a Física se soma ao processo de “educação como prática da liberdade” (FREIRE, 1979), tendo sua discussão vinculada a outros elementos sociotécnicos.

A proposta educacional em Física, em sua dimensão curricular, passa também por diversas negociações (VENTURA, 2001, 2004), devido à estrutura escolar. A organização curricular a partir de Sacristan & Perez Gómez (2000) apresenta alguns condicionantes. De acordo com os autores, deve-se refletir sobre a prática antes de realizá-la, onde se deve

considerar elementos relativos aos alunos, conhecer as alternativas disponíveis, prever o curso da ação, antecipar as conseqüências, ordenar os passos, realizar a delimitação do contexto e prover recursos. O currículo é compreendido como processo, a partir de uma formação cultural.

Entre os elementos presentes em uma organização curricular destacados pelos referidos autores destaco: a metodologia pedagógica, atividades gerais, coordenação de conteúdos, avaliação, espaço, tempo, provisão e uso de materiais. Dessa forma, delimito como elementos sociológicos a serem negociados: o planejamento das aulas, as atividades educacionais, os conhecimentos a serem veiculados, a avaliação da aprendizagem do aluno, do processo e da própria prática, espaço, tempo e materiais didáticos.

ELEMENTOS DE NEGOCIAÇÃO ENTRE ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E SOCIOLÓGICOS NA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS EDUCACIONAIS

Apresentamos algumas análises preliminares sobre os principais elementos de negociação que identificamos na elaboração de propostas educacionais, por alunos do curso de Licenciatura em Física da UEPG. Embora durante todo o processo tenham ocorrido diversas negociações, discutimos alguns momentos em que estas ocorreram de forma mais incisiva. Assim, analisamos como ocorreu a escolha do objeto técnico e a elaboração de redes conceituais e cronogramas prévios.

O levantamento temático realizado pelos alunos representou uma das principais aproximações entre elementos sociológicos e epistemológicos, ao se procurar retirar dos contextos onde se desenvolviam as propostas educacionais, uma base para estruturação do conteúdo programático. O objeto técnico torna-se um elemento não humano colocado na mesa de negociações, já apresentando possibilidades de discussão do papel da ciência na sociedade.

Ocorreram negociações em âmbito epistemológico em relação à associação entre o funcionamento e fabricação de um objeto técnico e os conceitos físicos necessários ao seu desvelamento. Desta forma, a problematização de conceitos e práticas, envolvendo a investigação temática é um fator a ser considerado, o que remete-nos a problematizar com relação ao ensino de Física: o que ensinar-aprender, por que, com quem, como, o que e como avaliar (o processo, a própria prática e o aluno)? E dentro de tudo isso, ainda procurar identificar o que o aluno incorporou do que lhe foi ensinado.

Os alunos precisavam conhecer o objeto em seu funcionamento para, então, discutir onde os conceitos físicos se alocavam e, também, como se hierarquizavam. Foram verificadas dificuldades dos alunos em realizar esses procedimentos devido à duas questões principais: não conseguiam encontrar muitas bibliografias a respeito dos equipamentos tecnológicos envolvidos e não conseguiam sistematizar a estruturação da Física, tendo por base tal elemento. Assim, as negociações entre o objeto técnico, elemento sociológico, e os conceitos físicos acabou sendo prejudicado.

Embora o objeto técnico representasse um elemento não-humano envolvido em uma esfera de negociações, as implicações da relação ciência, tecnologia e sociedade não tiveram a discussão ampliada no decorrer da elaboração das propostas educacionais, sendo observada em poucos momentos posteriores ao levantamento temático.

A rede conceitual está relacionada com a ruptura nas concepções de ser professor, de práticas educacionais, conforme demonstrado pelos alunos. Esta se constituiu como um elemento a mais na esfera de negociações, entrando em interação com estruturas escolares, tais como, tempo para discussão de uma temática da Física, avaliações, laboratórios, recursos didáticos disponíveis, computadores existentes nas escolas. Isto é verificado na adaptação da rede conceitual a um cronograma prévio, na elaboração de atividades educacionais.

Salientamos que a rede conceitual sofre alterações até sua versão final em decorrência da verificação de questões epistemológicas, ou seja, com respeito à estruturação da Física e sociológicas, devido às estruturas escolares, bem como ao desenvolvimento das práticas educacionais e, principalmente, das problematizações que realizamos sobre as práticas realizadas. Uma regularidade observada com relação às mudanças no planejamento, também se deve, em alguns momentos, a essas estruturas escolares. Dessa forma, também as atividades educacionais planejadas eram influenciadas pelas condições que as escolas ofereciam ao ensino-aprendizagem de Física.

Com relação ao projeto de pesquisa, as questões epistemológicas se referiam à estruturação, desenvolvimento e validação de conhecimentos em ciências humanas, ou seja, em educação. Os alunos tinham dificuldade em compreender os elementos do projeto de pesquisa.

Um outro fator envolvido nas práticas negociativas foi a comunicação. Em diversos momentos, os alunos de graduação se referiam às atividades educacionais ou estratégias de comunicação que precisavam desenvolver para que as aulas pudessem ser desenvolvidas no ensino médio. As dificuldades dos alunos do ensino médio com matemática, português ou manusear o computador, por um lado se somam à falta de elementos para que ocorram negociações no processo ensino-aprendizagem de Física, por outro, se inserem como fatores de comunicação, que devem ser considerados e analisados na elaboração de propostas educacionais.

Identificar onde ocorrem, como ocorrem e por que ocorrem as negociações entre fatores epistemológicos e sociológicos na prática educacional, ensinando Física, possibilita apontar algumas limitações ao trabalho do professor e ao sucesso de um processo de ensino-aprendizagem desenvolvido, bem como propor soluções, investir em alguns pontos em detrimento de outros. No caso da pesquisa que desenvolvemos é possível levantar desafios e possibilidades à formação de professores, como investir na discussão de questões sociológicas durante todo o curso de graduação, bem como relativas à pesquisa em educação, atentar para a incorporação de conhecimentos que está sendo realizada em relação aos cursos de Licenciatura em Física e proporcionar ao professor uma visão mais ampla das possibilidades que este tem de mudar a situação do ensino de Física.

A identificação e análise de negociações que são realizadas em um processo de ensino-aprendizagem têm se mostrado uma estratégia bastante promissora para que possamos verificar como alunos de graduação vivenciam esses momentos, na formação de professores, proporcionando elementos para discussão de condicionantes da prática educacional e sugestões de transformação. As características das negociações realizadas na elaboração de propostas educacionais permitem verificar as dificuldades e avanços desses estudantes, já apontando para a urgência de mudar a concepção que se tem com relação às licenciaturas e a pesquisa em educação, destacando a importância dos elementos problematização, dialogicidade e comunicação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. J. P. M. Linguagens comum e matemática em funcionamento no ensino da Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Anais...** Valinhos, 1999. 1 CD-ROM.
- ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2º ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- ANGOTTI, J. A. P.; DE BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: discutindo Ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p. 183-197, 2001.
- ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

- BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro Ltda, 1968.
- BAZZO, W. et al. Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade). **Cadernos de Ibero-América**. Madri: OEI (Organização dos estados ibero-americanos para a educação, a ciência e a cultura), 2003.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CRUZ, S. M. S. C. S. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 171-196.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.
- HABERMAS, J. **Conhecimento e interesse**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.
- LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000.
- LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.
- MION, R.A. **Investigação-ação e a formação de professores em Física: o papel da intenção na produção do conhecimento crítico**. 2002. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PIETROCOLA, M. et al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Ensaio**, v. 2, n. 1, p. 99-122, 2000.
- PINHEIRO, T.F.; PIETROCOLA, M.; ALVES FILHO, J.P. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 33-52.
- SACRISTÁN, J.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- THUILLIER, P. O contexto cultural da Ciência. **Ciência Hoje**, v. 9, n. 50, p. 18-23, jan./fev. 1989.
- VALENTE, A.L.E.F. Por uma antropologia de alcance universal. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 18, n. 43, dez. 1997.
- VENTURA, P. C. S. **La négociation entre le concepteur, les objets et le public dans les musées techniques et les salons professionnels**. 2001. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Université de Bourgogne, Dijon.
- VENTURA, P. C. S. La négociation commme élément d'interprétation dans la communication, la vulgarisation et l'éducation em science et technique. In: CONGRESO MUNDIAL DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, 14., 2004, Santiago. **Anais...**Santiago, 2004.