



## **A ABORDAGEM DO TEMA ENERGIA A LUZ DO ENFOQUE CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA) EM UM ESPAÇO DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Bernardo, José Roberto da Rocha<sup>1</sup>; Vianna, Deise Miranda<sup>2</sup>; Fontoura, Helena Amaral<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colégio de Aplicação-UFRJ e Instituto Oswaldp Cruz-FIOCRUZ; <sup>2</sup> Instituto de Física-UFRJ e Instituto Oswaldp Cruz-FIOCRUZ; <sup>3</sup> facultade de Formação de Professores-UERJ e Instituto Oswaldp Cruz-FIOCRUZ

bernardo.jrr@gmail.com

### **RESUMEN**

#### **EL ABORDAJE DEL TEMA DE LA ENERGÍA A LA LUZ DEL ENFOQUE CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE (CTSA), EN UN ESPACIO DE FORMACIÓN CONTINUADA PARA PROFESORES DE FÍSICA DE LA ENSEÑANZA SECUNDARIA**

Los problemas relacionados a la formación del profesor vienen siendo señalados en la literatura como uno de los obstáculos para la implementación del enfoque Ciencia- Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA), en Brasil y en el mundo. Identificar, con el fin de alcanzar una mejor comprensión, ciertos aspectos relacionados a este problema es la razón principal de esta investigación, realizada con un grupo de profesores de física de escuelas públicas de la ciudad de Río de Janeiro. Allí se ha organizado también una actividad de formación cuyo tema central ha sido la producción y el consumo de la energía eléctrica. La importancia de la dinámica de este espacio de formación con respecto a la perspectiva de construcción de significado para el enfoque CTSA a partir del tema sugerido ha sido uno de los principales aspectos de la investigación, además del interés en el rol de este espacio como eje de reflexiones obre la práctica que conduzcan a la construcción de una identidad profesional que favorezca el desarrollo profesional y a la autonomía, necesarias para una acción pedagógica en sintonía con la perspectiva CTSA.

Palabras-clave: Enseñanza de Física; Formación de Profesores; (CTSA).

### **ABSTRACT**

#### **DEALING WITH THE SUBJECT ENERGY USING SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY-ENVIRONMENT (STSE) APPROACH IN A SPACE OF CONTINUED FORMATION FOR PHYSICS TEACHERS IN SENIOR HIGH SCHOOL**

Problems related to teachers' formation have been pointed in literature as one of the obstacles with respect to the implementation of the Science-Technology-Society-Environment (STSE) approach in Brazil and around the world. The main reason of this research, developed with a group of physics teachers of public schools in Rio de Janeiro, was the identification of obstacles dealing with STSE during a formative activity related to production and consumption of electric energy. The importance of the dynamics of this space of formation in relation to the perspective of construction of meaning for approach STSE from the suggested subject was one of the main aspects dealt within the research, besides the interest in the role of this space promoting reflections about teaching practices that can lead to construction of professional identity that favors the necessary autonomy and professional development for a better pedagogical action with STSE perspective.

Key-words: Teaching Physics; Teachers Formation; (STSE).



## INTRODUÇÃO

A rapidez segundo a qual evolui a sociedade contemporânea em termos científicos e tecnológicos é acompanhada de uma evolução não menos acelerada, de uma demanda social. O cidadão contemporâneo deve estar minimamente qualificado para atuar criticamente em relação às exigências que o mundo lhe impõe.

O início do novo milênio chegou acompanhado de uma série de desafios que envolvem questões ambientais, políticas, éticas, sociais, culturais e econômicas a serem resolvidas pelo homem.

No Brasil, a crise de energia elétrica de 2001/2002 se apresentou como um problema que, além de ter exigido grandes sacrifícios por parte da sociedade, transformou o evento em objeto de discussão permanente. Mais recentemente, os acontecimentos envolvendo a invasão da usina hidrelétrica de Tucuruí<sup>1</sup>, por militantes do movimento das vítimas de usinas, trouxeram a discussão envolvendo a questão do impacto sócio-ambiental causado pela produção de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas. Temas como este continuam ganhando visibilidade nos meios de comunicação devido às repercussões causadas pelos projetos de construção das usinas de Jirau e Belo Monte e a recente crise entre Brasil e Paraguai envolvendo a usina de Itaipu.

Nesse momento em que precisamos de um perfil de cidadão bem informado sobre problemas globais e capacitado para exercer sua cidadania de forma crítica, fica a questão: como seria possível continuarmos alimentando tal expectativa, se este cidadão sequer conhece a linguagem adequada para poder discutir e ponderar sobre questões tão importantes e que o afetam diretamente?

Acreditamos que a sala de aula pode contribuir para a inserção crítica do cidadão no mundo em que vive, e que o professor tem um importante papel a desempenhar nesse processo.

O ensino de física apoiado nos princípios e diretrizes do enfoque CTSA vem sendo indicado como alternativa que oferece ao cidadão uma formação voltada *“para uma ação social responsável”* (Santos e Mortimer, 2001) frente às questões políticas, econômicas, sociais, culturais e, sobretudo, à *“situação de emergência planetária”* (Gil-Pérez e Vilches, 2006). Entretanto, um dos maiores problemas em relação à implementação de propostas apoiadas no enfoque CTSA é a formação dos professores.

Esta pesquisa procurou estudar, principalmente, aspectos da dinâmica de um espaço de formação continuada para professores de física em serviço, que atuam no ensino médio de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro, no Brasil.

Os sujeitos foram quatro professores que estiveram envolvidos em uma ação de formação baseada em um trabalho de construção coletiva de estratégias didáticas referentes à abordagem do tema *“produção e consumo da energia elétrica na sala de aula do ensino médio a luz do enfoque CTSA”*.

Destacamos como objetivos principais da pesquisa, a investigação: a) da ação formativa baseada no enfoque CTSA, no tema proposto e no material didático disponibilizado, como estratégia promotora de significado para o enfoque CTSA e facilitadora das articulações entre as diversas dimensões que o enfoque CTSA abarca; b) do espaço de formação, como facilitador de reflexões sobre a prática e promotor de um desenvolvimento profissional dos sujeitos envolvidos, voltado para a autonomia em relação à perspectiva CTSA.

Ressaltamos como problema central desta pesquisa a seguinte questão: Como um grupo de professores de física do ensino médio vê a possibilidade de construção de estratégias para abordagem do tema produção e consumo da energia elétrica, a partir do enfoque CTSA?

A fonte de dados foi o ambiente propiciado pelo espaço de formação continuada, sobretudo as discussões que nortearam o processo de construção das estratégias didáticas, onde o pesquisador esteve inserido na condição de observador, colaborador e formador em momentos que se alternaram dentro da dinâmica.

Para o tratamento dos dados foi utilizado um procedimento de análise que tematiza os depoimentos dos participantes, levando em conta o conteúdo das falas dos sujeitos e do pesquisador.

Mais especificamente, a pesquisa esteve centrada na análise do processo de construção das estratégias didáticas e no espaço de formação que consideramos aproximar-se do conceito de

<sup>1</sup> Para maiores esclarecimentos, ver o caderno O País, do jornal O Globo, de 24 de maio de 2007, pág. 13.



“*practicum reflexivo*” (Schön, 1992), onde os participantes tiveram a oportunidade de refletir sobre sua prática, sua realidade escolar e profissional e exercitar o seu desenvolvimento profissional baseado no trabalho cooperativo, orientado pelo pesquisador.

## MARCO TEÓRICO

Uma pesquisa sobre a formação de professores baseada na abordagem de temas da física através do enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTSA), demanda saberes que justificam o estudo de quadros teóricos que auxiliem o pesquisador na sua tarefa de compreender o desenvolvimento profissional desses professores em relação à perspectiva CTSA.

### Formação do professor

A formação de professores é considerada por Tenreiro-Vieira e Vieira (2005) como de fundamental importância, frente à mudança de atitude necessária em relação ao enfoque CTSA, uma vez que qualquer inovação reformista ou reorganização curricular que se proponha, irá recair sobre o que os professores vão fazer dessas orientações em sala de aula.

Segundo os autores, a construção de propostas concretas para uso em sala de aula em trabalhos de ação formativa, ajuda os professores a resolver muitas das suas necessidades de formação. Além disso, a participação em grupos colaborativos foi avaliada pelos autores como muito útil para a reflexão sobre as práticas de sala de aula.

No que diz respeito ao trabalho nesses espaços de formação, os autores destacam a importância da liberdade de expressão de pensamentos que esses espaços possibilitam em função da dinâmica dialógica.

Definir o perfil de um educador para atuar segundo as orientações do enfoque CTSA está além de considerar as necessidades formativas e os requisitos apontados pelos quadros teóricos de CTSA, a nosso ver. A complexidade que envolve a formação do professor dificulta sobremaneira qualquer tentativa que se faça de identificar com precisão os elementos necessários para uma ação docente nesse sentido, sem levar em conta aspectos que não estão especificamente ligados aos requisitos postos pelo enfoque CTSA.

Baseados nessas premissas, buscamos apoio em outras referências, que tratam dos saberes docentes e do desenvolvimento profissional (Tardif, 2002), e do professor reflexivo (Schön, 1992), na tentativa de identificar alguns elementos que pudessem, segundo os quadros de referência, compor esse conjunto de conhecimentos e habilidades para o que passaremos a chamar de ‘*educador CTSA*’.

Lüdke e Boing (2004) nos falam da dificuldade de construção de uma “*identidade profissional*” por parte dos nossos professores e atribuem essa dificuldade a uma “*precarização da profissão docente*”, cujos sinais são visíveis, mesmo aos olhos do observador comum, das famílias, dos alunos e até dos meios de comunicação. Em geral, dentre os problemas identificados, o fator econômico ocupa lugar de destaque. Dentro do magistério especificamente, “*a questão da identidade sempre sofreu as injunções decorrentes de uma certa fragilidade, própria de um grupo cuja função não parece tão específica aos olhos da sociedade [...]*” (Lüdke e Boing, 2004: 1168).

Fuenzalida (2001) aponta a situação trabalhista dos professores – baixa remuneração que leva ao desânimo e até mesmo à humilhação, à quantidade excessiva de horas trabalhadas e em diferentes estabelecimentos, falta de tempo para preparação de aulas, grande número de alunos – como responsável, dentre outras coisas, pela falta de estímulo na busca de uma ascensão na carreira. O autor afirma que o desenvolvimento profissional dos professores “*está condicionado pela hierarquia docente e limitado por suas possibilidades econômicas*” (: 64).

Um exercício de aproximação entre o enfoque CTSA e um tema de relevância social, que atenda às definições de “*tema potencialmente problemático*” (Aikenhead, 1994) ou “*tema controverso*” (Silva e Carvalho, 2006), pode ajudar a dar significado a esse referencial teórico. Nesse sentido, chamamos a atenção para a relevância dos espaços de formação continuada como adequados para o exercício dessa aproximação, a partir da reflexão e do trabalho cooperativo dos envolvidos no processo (Santos et al., 2006).

Segundo Schön (1992) as instituições de formação artística utilizam um tipo de “*aprender-fazendo*”, onde os alunos praticam coletivamente, caracterizando o que ele chama de um “*practicum reflexivo*”. Um *practicum* se caracteriza por ser um mundo virtual que representa o



mundo da prática, ou seja, é como um cenário que representa o mundo real e que nos permite fazer experiências, errar, refletir sobre os erros cometidos e tentar de outra maneira.

*Na formação de professores, as duas grandes dificuldades para a introdução de um *practicum reflexivo* são, por um lado, a epistemologia dominante na Universidade e, por outro, o seu currículo normativo [...] O que pode ser feito, creio, é incrementar os *practicums reflexivos* que já começaram a emergir e estimular a sua criação na formação inicial, nos espaços de supervisão e na formação contínua [...] estamos mais conscientes das inadequações da racionalidade técnica, não só no ensino, mas em todas as profissões. Correm-se riscos muito altos neste conflito de epistemologias, pois o que está em causa é a capacidade de usarmos as facetas mais humanas e criativas de nós próprios (Schön, 1992:91).*

De acordo com Tardif (2002) o entendimento sobre o conjunto de saberes que os professores trazem deve ser procurado considerando-se a posição estratégica que esses profissionais ocupam dentro das sociedades contemporâneas, naquilo que diz respeito às relações que unem essas sociedades aos saberes que elas mesmas produzem o mobilizam.

O autor denominou esse conjunto de saberes de '*saberes docentes*', e definiu o saber docente como "*um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais*" (:36).

Especificamente em relação a esses saberes construídos ao longo da experiência na profissão (saberes profissionais ou experienciais), podemos identificá-los como: conhecimento da matéria a ser ensinada, conhecimento sobre a experiência dos alunos, concepções prévias, conhecimento relativo ao planejamento das aulas, conhecimento sobre princípios educacionais e do sistema de ensino, conhecimento sobre materiais didáticos e programas de ensino, conhecimentos em comum com os alunos enquanto membros de um mesmo mundo social, integração e participação na vida da escola e dos colegas de trabalho, gosto pelo trabalho com jovens, capacidade de seduzir a turma, capacidade de questionar a si mesmo, entusiasmo, vivacidade, imaginação, personalidade atraente e autenticidade.

Em suma, a experiência de trabalho parece ser a fonte privilegiada do saber-ensinar dos professores, e o saber profissional se situa "*na confluência entre várias fontes de saberes provenientes da história de vida individual, da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educativos, dos lugares de formação, etc.*" (:64), como um "*saber sincrético e plural*" (:109) que compõe a base de saberes para o ensino.

Se considerarmos que o saber docente é formado a partir de um conjunto de outros saberes, como: os saberes da formação profissional, os saberes disciplinares, os saberes curriculares e os saberes experienciais (ou profissionais), fica claro que a formação do professor é dependente do tempo. Essa observação ganha sentido, sobretudo, quando consideramos a dependência temporal dos saberes experienciais.

De maneira geral, a atividade profissional vai modificando a identidade do próprio trabalhador ao longo do tempo. Um professor tem a sua identidade marcada pela própria atividade profissional, pois com o passar do tempo, ele "*vai-se tornando – aos seus próprios olhos e aos olhos dos outros – um professor, com sua cultura, seu ethos, suas idéias, suas funções, seus interesses, etc.*" (:57). Assim, pode-se dizer que os saberes ligados ao trabalho são temporais, pois são construídos progressivamente.

Na visão de Tardif (2002), as pesquisas sobre os saberes profissionais dos professores se identificam com uma "*epistemologia da prática profissional*", e revelam uma subjetividade que é característica de saberes que não se dissociam desses professores, considerados atores sociais, com uma história de vida, uma personalidade, uma cultura e uma identidade, cujas "*ações carregam as marcas dos contextos nos quais se inserem*" (:265).

### **Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)**

Recentemente, se tem observado uma evolução no sentido do chamado enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTSA) para o ensino de ciências, considerado por alguns autores como um desdobramento do enfoque CTS (ciência-tecnologia-sociedade), com ênfase localizada, principalmente, no aspecto ambiental (Aikenhead, 2003).



De acordo com a nossa compreensão, ensinar física na perspectiva CTSA é dar significado a esta ciência por meio de temas que potencializem a articulação das diversas dimensões que o enfoque CTSA abarca – científica, tecnológica, política, econômica, social, ética, cultural e ambiental – de forma imbricada, e de maneira que favoreça uma educação para o exercício da cidadania frente aos desafios postos pela contemporaneidade.

Segundo Solbes e Vilches (2005), a incorporação de conteúdos CTSA nos currículos para o ensino médio tem potencializado uma melhoria em relação ao ensino tradicional. De acordo com os autores, verifica-se uma maior atenção dada aos aspectos que se referem às aplicações da ciência e suas relações com o meio ambiente, *“que se apóia em uma crescente sensibilidade social frente às implicações do desenvolvimento técnico-científico”* (Praia et al., 2007:144).

Ríos e Solbes (2007) apresentam resultados recentes, envolvendo a visão que alunos de cursos superiores de áreas tecnológicas, manifestam sobre o ensino das ciências físico-químicas e suas tecnologias associadas, e apontam aspectos relacionados à origem das concepções desses alunos sobre a ciência e a tecnologia.

Mesmo se tratando de alunos de cursos de áreas que envolvem aplicações científico-tecnológicas, os autores afirmam que *“a ausência de tratamento das relações CTSA no ensino produz nos alunos uma imagem deformada da tecnologia e das ciências, descontextualizada e acrítica”* (Ríos e Solbes, 2007:37), em relação à abordagem das duas.

Praia et al. (2007) chamam a atenção para a necessidade de se aproximar o ensino de ciências da investigação científica. Segundo os autores esse tipo de abordagem promove uma aprendizagem mais significativa dos conceitos científicos e favorece a compreensão acerca da natureza da ciência, considerada como fundamental para a educação científica e em particular, para a tomada de decisões sobre questões tecnocientíficas de interesse social, livres de concepções equivocadas sobre a ciência e sobre a construção do conhecimento científico.

Em relação ao uso de temas através do enfoque CTSA, Alves et al. (2007) sugerem uma problematização que envolva discussões como: as transformações energéticas em usinas hidrelétricas, as modalidades de transformação, o impacto ambiental e a questão dramática dos moradores que são removidos das áreas alagadas.

*Problematizar questões dessa natureza em uma aula de Física abre caminho para se perceber esta ciência intrínseca às nossas vidas, a importância prática dos conhecimentos físicos, a necessidade de investimentos nos campos de pesquisa e de transformações a partir das ditas ‘fontes alternativas’ desse recurso* (Alves et al., 2007:4).

## **A importância do tema Energia**

As transformações de energia podem ocorrer em diversos ambientes e situações. Desde os processos mais complexos que acontecem no interior do corpo humano, ou de um vegetal, até as atividades mais diversas, como os processos produtivos em geral, onde grandes quantidades de energia passam por diferentes transformações, cujo controle por parte do homem é hoje respaldado por cálculos matemáticos e recursos tecnológicos que auxiliam na manipulação desses processos.

Doménech et al. (2007) afirmam que a apropriação desse campo de conhecimento demanda algumas ações específicas tais como: uma atenção especial às relações CTSA abarcadas pelo tema, organizar ações no sentido de mostrar a coerência do novo conhecimento com outras áreas científicas e conceitos já conhecidos, e propiciar aos estudantes situações problema que *“evitem qualquer impressão de corpo fechado e acabado do conhecimento”* (:59) e consideram inadequadas as ações pedagógicas apoiadas no *“reducionismo conceitual”* que tem caracterizado o ensino da energia.

A ênfase em aspectos conceituais tem origem na orientação ainda hoje presente nos currículos e programas escolares, que visam à formação de cientistas. Os autores chamam a atenção para a necessidade de uma educação científica, como parte de uma educação mais geral, que atenda à formação para a cidadania.

Nesse sentido, as pesquisas em didática das ciências mostram que os estudantes desenvolvem melhor a compreensão conceitual quando participam de atividades de investigação, com oportunidade para refletir e vivenciar a *“cultura científica”* (Fontes e Cardoso, 2006). Assim, *“esse ensino centrado em aspectos conceituais, dificulta, paradoxalmente, a aprendizagem”*



*conceitual*”, (Doménech et al., 2007), ou seja, é necessário superar essa postura reducionista para que o estudante tenha uma compreensão significativa dos conceitos.

## DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Esta pesquisa procurou estudar, principalmente, aspectos da dinâmica de um espaço de formação continuada para professores de física em serviço, que atuam no ensino médio de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro, no Brasil.

Os sujeitos, professores participantes, estiveram envolvidos em uma ação de formação que se baseou em um trabalho de construção coletiva de estratégias didáticas referentes à abordagem do tema *“produção e consumo da energia elétrica na sala de aula do ensino médio a luz do enfoque CTSA”*. É necessário esclarecer que não foi objetivo da pesquisa avaliar a qualidade do conjunto de estratégias (produto) e nem dos textos elaborados pelo grupo durante o processo.

Mais especificamente, a pesquisa esteve centrada na análise do processo de construção dessas estratégias, que consideramos aproximar-se do conceito de *“practicum reflexivo”* (Schön, 1992), onde os participantes tiveram a oportunidade de refletir sobre sua prática, sua realidade escolar e profissional e exercitar o seu desenvolvimento profissional baseado no trabalho cooperativo, orientado pelo pesquisador na condição de colaborador-formador, como ocorre nos espaços onde se aprende fazendo.

Nesse sentido, procuramos analisar, a partir dos saberes e habilidades mobilizados por esses professores ao longo do processo, aspectos da relação desses sujeitos, seus saberes e habilidades, com os pressupostos do enfoque CTSA para a abordagem do tema sugerido, levando em conta a interação entre os participantes e o pesquisador-colaborador.

O trabalho se estruturou a partir de uma dinâmica que se aproxima de uma pesquisa-ação, caracterizando um espaço de reflexões e construção de conhecimentos através do trabalho cooperativo entre os participantes: pesquisador e sujeitos, correspondendo a uma situação específica onde estiveram envolvidos quatro professores participantes e o pesquisador, em um processo que teve a duração de doze horas, distribuídas igualmente ao longo de quatro encontros.

A seleção dos sujeitos se deu a partir da divulgação da atividade para listas de professores de física do ensino médio pela Internet e a exigência para aceitação dos interessados foi de que o professor fosse docente do ensino público.

A ação de formação inserida no espaço de formação continuada compreendeu momentos de aulas expositivas e experimentais, e momentos de discussão, reflexão em oficinas que objetivaram promover a produção de material compatível com as estratégias didáticas sugeridas pelo grupo, visando à abordagem do tema.

A dinâmica da atividade evoluiu momentos de aulas expositivas sobre energia, desenvolvimento e meio ambiente, e sobre os princípios do enfoque CTSA. Além disso, foram disponibilizados recursos didáticos para os participantes tais como: texto sobre energia, desenvolvimento e meio ambiente adaptado para uso no ensino médio, recursos experimentais – looping, reproduções de experimentos do eletromagnetismo do século XIX, gerador elétrico –, textos informativos referentes a época da crise de energia elétrica, a música *“Sobradinho”*, de autoria de Sá e Guarabira, que versa sobre o impacto sócio-ambiental provocado pela instalação da usina de Sobradinho, e o mapa mundi *Terra à Noite* (IBGE, 2007).

Os quatro professores participantes da pesquisa serão indicados pelos sinais: GO, JU, NE e MR, nos momentos em que se fizer necessária a identificação de seus depoimentos ao longo do processo.

## METODOLOGIA DE ANÁLISE

A pesquisa trata aspectos da realidade profissional de professores de física do ensino médio, onde tanto os sujeitos quanto o pesquisador são elementos do mesmo grupo e, portanto, ainda que consideradas as especificidades de cada caso, compartilham muitos desses aspectos.

Nessas condições, devemos desconsiderar a idéia de neutralidade da pesquisa reconhecendo seu caráter ideológico, na medida em que esta guarda uma estreita relação com o universo de significados, crenças, valores e atitudes, de seus participantes (Minayo, 2004), onde o pesquisador ocupa alternadamente as posições de observador, colaborador e formador ao longo do processo.



Nos trabalhos de pesquisa envolvendo grupos em geral, a conjunção das variáveis subjetivas constitui barreiras que, muitas vezes, demandam um estudo prévio exploratório que possibilita ao pesquisador conhecê-las, a fim de que sejam contornadas ou minimizadas.

A pesquisa exploratória pode ser uma excelente aliada, uma vez que é ideal para auxiliar o pesquisador na fase de planejamento, contribuindo para a elaboração de um instrumento baseado nas experiências reais dos sujeitos, no seu vocabulário e no seu ambiente de vida (Piovesan e Temporini, 1995), contribuindo para a compreensão prévia das maneiras de agir, sentir e pensar da comunidade estudada e do contexto onde essa comunidade se insere.

Segundo Figueirêdo e Justi (2007), a pesquisa-ação tem encontrado diferentes definições em função de suas aplicações, mesmo dentro da pesquisa-ação educacional. Apesar disso, as autoras ressaltam a importância desse tipo de estratégia quando a pesquisa ocorre de forma colaborativa com grupos de professores, como mecanismo para o desenvolvimento profissional.

*Uma experiência de formação continuada de professores de ciências em um grupo colaborativo de pesquisa-ação [...] reforça o quanto o compartilhamento desses saberes sobre o ensino, os aprendizes e os conteúdos lecionados favorece um processo reflexivo profundo sobre a prática dos professores e os motiva e encoraja a 'arriscar' inovações no ensino (Figueirêdo e Justi, 2007:9).*

A pesquisa envolveu, então, uma etapa exploratória e outra que se desenvolveu durante o processo de construção das estratégias didáticas propriamente ditas.

Na etapa exploratória, procurou-se socializar para aproximar, identificar e caracterizar os sujeitos através de instrumentos como questionário de identificação e questionário de pré-testes com perguntas abertas e fechadas, ao mesmo tempo em que levantávamos os referenciais teóricos que subsidiariam as reflexões suscitadas na etapa do trabalho com os sujeitos.

A segunda etapa esteve baseada em instrumentos como vídeo gravações, áudio gravações e registros fotográficos dos momentos das discussões ao longo do processo de construção das estratégias didáticas. Além disso foi utilizado um questionário de pós-testes com perguntas abertas e fechadas.

Para o tratamento dos dados oriundos das vídeo gravações, foi utilizado um procedimento de análise que tematiza os depoimentos dos participantes, já utilizado em Fontoura (2004), que leva em conta o conteúdo das falas dos sujeitos e do pesquisador.

A análise está baseada nos seguintes temas:

1. O papel do espaço de formação continuada e da dinâmica adotada em relação à promoção de reflexões sobre a prática e sobre a realidade escolar;
2. O papel do tema como facilitador na construção das atividades didáticas em CTSA;
3. O material didático disponibilizado como facilitador para a articulação das diferentes dimensões CTSA;
4. O desenvolvimento profissional dos professores em relação ao enfoque CTSA.

## ANÁLISE DOS DADOS

Iniciamos nossas considerações buscando situar o grupo de professores participantes, sem a pretensão de sermos conclusivos, levando em conta as primeiras impressões que a etapa exploratória da pesquisa nos proporcionou.

O conteúdo de energia é, na maioria das vezes, abordado pelos participantes em suas classes, como conteúdo da mecânica e associado ao princípio da conservação da energia.

Em relação à familiarização com os princípios do enfoque CTSA, as primeiras declarações do grupo indicaram o desconhecimento daquele enfoque por parte de todos. Entretanto após o contato com o referencial e com a temática da energia através dos momentos das aulas expositivas e das discussões baseadas no material impresso disponibilizado, as primeiras manifestações dos participantes mostraram uma tendência de mobilização de aspectos relacionados às questões ambientais associadas ao tema, o que pode ser devido à visibilidade que a situação de emergência planetária (Gil-Pérez e Vilches, 2006) ganhou nos meios de comunicação ultimamente.



Devemos destacar que a visão de CTSA externada pelos participantes indica uma tendência de compreensão aproximada à categoria do tipo (1) proposta por Aikenhead (1994), onde o conteúdo de tecnologia aparece exemplificando a física, o que pode ser representativo de um entendimento da tecnologia enquanto física aplicada.

Em relação ao texto disponibilizado sobre energia, desenvolvimento e meio ambiente, este funcionou como um complemento da aula expositiva, que o grupo procurou adaptar dentro da proposta elaborada, como no caso em que se utilizou gráficos contidos nesse material, que relacionam a produção de CO<sub>2</sub> com o aquecimento global em uma das atividades didáticas que envolveu a dimensão ambiental associada à produção e ao consumo da energia elétrica.

Sobre o papel desempenhado pelos textos informativos da crise de energia elétrica de 2001/2002 destacaríamos a importância daquele evento como mobilizador dos participantes, exemplificado pela fala da professora JU: *“é um assunto né, que a gente tá sempre ouvindo falar, sempre nas revistas, jornais [...] e tá sempre lendo sobre a crise”*.

O recurso da audição da música acompanhada da análise do texto da letra, além de promover uma imediata conexão com os textos informativos, enriqueceu a discussão em relação aos impactos sócio-ambientais e culturais relacionados com a instalação de usinas hidrelétricas, como por exemplo, as questões associadas a remoções de famílias (Alves et al.; 2007).

O recurso do mapa mundi Terra à Noite (IBGE, 2007) trouxe reflexões e propostas especialmente relevantes em relação aos aspectos políticos, econômicos e sociais que envolveram os elementos do grupo em discussões que auxiliaram a articulação de propostas envolvendo essas dimensões CTSA de forma interdisciplinarizada.

Os depoimentos de NE: *“o consumo da energia elétrica é como se fosse um nível de desenvolvimento [...]”*, e de MR: *“você olha pra costa (referindo-se ao Nordeste brasileiro). Ela é totalmente iluminada. Vai olhando pro interior, é totalmente apagado”*, auxiliaram o desenvolvimento de propostas de atividades envolvendo a identificação dos países mais desenvolvidos – maiores consumidores de energia –, a partir de uma comparação entre o planisfério de divisão política e o mapa mundi Terra à Noite (IBGE, 2007).

Destacaríamos inúmeros indícios de insuficiências do grupo em relação aos conteúdos físicos mais especificamente. Os conteúdos do eletromagnetismo são muito raramente abordados nas salas de aula do ensino médio, e isso foi externado pelos professores como podemos verificar na fala de GO: *“No segundo grau se usa Lei de Faraday?”*, que transmite dúvida em relação à presença desse conteúdo no programa do ensino médio.

As dificuldades com os conteúdos físicos podem ter funcionado como elemento inibidor dessa percepção, não permitindo um aprendizado consistente em relação ao caráter universal do conceito de energia e o seu potencial unificador (Doménech et al., 2007), o que é considerada uma questão central para o tratamento deste conteúdo, segundo os autores.

Apesar da fragilidade aqui apontada, devemos considerar alguns aspectos bastante positivos em relação à atividade, no que diz respeito à formação dos professores para uma prática em CTSA. Um desses aspectos se relaciona ao papel desempenhado pelo tema *“produção e consumo da energia elétrica”*.

A utilização do tema favoreceu sobremaneira a articulação entre as diversas dimensões que se encontram presentes no tema sugerido, como sub temas de um *“aglomerado”*, que se aproxima do conceito de *“tema potencialmente problemático”* (Aikenhead, 1994) ou de *“tema controverso”* (Silva e Carvalho, 2006).

Essa dinâmica que envolveu a mobilização de saberes e habilidades dos professores ao longo do processo de construção das estratégias didáticas, possibilitou a identificação de aspectos importantes como a dificuldade dos membros do grupo em relação ao uso de atividades experimentais, que podem ser exemplificadas na fala de JU: *“a minha maior dificuldade é a parte experimental”*, quando ela conseguiu identificar esta sua *“insuficiência”* de formação durante o período de socialização escolar – formação inicial.

Em relação à situação profissional desses participantes, as reflexões que surgiram ao longo do processo de construção das estratégias didáticas, indicaram que o espaço de formação continuada pode funcionar como espaço para socialização de saberes e socialização de angústias.

Essa percepção, que ocorreu nas falas de mais de um participante, pode ser exemplificada na de NE: *“é um momento que a gente tem de desabafar, muitas vezes de expor o que você passa [...] o que você sente [...]”*.

Esses desabafos, em geral, trazem elementos que caracterizam o que Lüdke e Boing (2004) chamaram de *“precarização da profissão docente”*. Essa precarização, que tem levado



professores a um estado de baixa auto-estima, vem sendo apontada por autores como Santos et al. (2006) e Fuenzalida (2001) como elemento que dificulta, de maneira geral, a motivação dos professores em relação às mudanças educacionais.

Essa situação de baixa auto-estima surgiu associada também à falta de prestígio da profissão do magistério em relação a outras profissões, como aparece em tom de desabafo na fala de JU: *“porque o professor ganha mal. Todo mundo com formação universitária aí: engenheiro e advogado ganham salários ótimos. E professor também, pô: faz faculdade, faz pós, faz tudo, e o salário não é assim”*. Essa falta de prestígio é admitida pelo próprio participante, ao considerar de menor valor os cursos de pós-graduação em educação, quando comparados aos cursos das áreas exatas, como aparece na fala de GO referindo-se aos cursos de mestrado: *“É igual à física [...] fazer mestrado em física [...] Em educação é moleza [...] quero ver fazer em física ou engenharia”*.

A perspectiva de trabalhar de forma interdisciplinarizada com outros campos do conhecimento mobilizou reflexões no grupo sobre o estado de precariedade dos colegas, o que, segundo eles, poderia trazer dificuldades quanto ao engajamento desses professores de outras áreas, principalmente, quando se trata da “precariedade de vínculos” (TARDIF, 2002), como podemos ver na fala de NE: *“Temos outra coisa [...] é a falta de compromisso dos colegas [...] além dessa questão da insatisfação salarial, você tem o seguinte: você faz GLP(horas extras pagas nas escolas públicas do Rio de Janeiro) na minha escola [...] que compromisso cê tem com a minha escola?”*.

A etapa de avaliações sobre o espaço de formação continuada e a dinâmica revela uma conscientização dos professores do grupo em relação à pertinência do enfoque CTSA para abordagem do tema, além de um avanço em relação aos princípios CTSA mesmo considerados os casos em que a visão de CTSA não pareceu ser modificada ao longo do processo.

Os trechos selecionados a seguir referem-se à avaliação do professor NE:

*“A visão começa a mudar um pouco [...] de agora em diante vou até procurar saber mais sobre CTSA, porque é uma questão que eu gosto. Muitas das vezes eu peço um trabalho aos alunos sobre tecnologia [...] mas não sei pedir. Acho que o trabalho fica meio deficiente”*.

*“A tecnologia é uma realidade [...] especificamente na minha escola, o tema é sociedade e tecnologia [...] o tema do projeto pedagógico da escola. Está muito aquém, muito aquém do que eu aprendi aqui em termos de CTSA”*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de um tema com as características descritas em uma ação formativa, balizada pelo enfoque CTSA, onde foi disponibilizada uma variedade de recursos didáticos catalisadores de reflexões em torno das dimensões política, econômica, social, cultural e ambiental, nos pareceu a estratégia mais adequada para uma ação de formação do ‘educador CTSA’, uma vez que consideramos como o maior dos desafios para este educador a capacidade de articular a interdisciplinaridade própria do enfoque CTSA, traduzida pelas diversas dimensões que este referencial abarca.

Ações nesse sentido, acreditamos, dão significado ao enfoque CTSA para o professor aprendente, facilitando a compreensão em relação a este caráter interdisciplinar, o que é indispensável para uma prática corretamente apoiada nos pressupostos CTSA, embora não seja esta a única condição.

A precariedade que caracteriza o estado em que se encontram professores do grupo e alguns de seus colegas inviabiliza a participação desses profissionais na maioria das oportunidades de formação continuada, que não são muitas.

Apoiados em autores como Santos et al. (2006), Lüdke e Boing (2004) e Tardif (2002) diríamos que os resultados dessa precariedade podem ser desastrosos para a construção de uma “identidade profissional” voltada para uma autonomia que ajude o professor a enfrentar as dificuldades postas pelo enfoque CTSA, já que essa precariedade limita o “desenvolvimento profissional” (Fuenzalida, 2001) desses docentes para a prática em CTSA.

A tarefa de formar ‘educadores CTSA’ a partir de ações de formação que se desenvolvam em espaços de formação continuada é vista como uma estratégia adequada, quando estes espaços



funcionam, segundo o que Schön (1992) denominou de “practicum reflexivo”, onde o trabalho cooperativo baseado em uma abordagem temática possa funcionar como mecanismo para a conscientização sobre as relações CTSA-TEMA e a importância dos pressupostos e diretrizes do enfoque CTSA, ao mesmo tempo em que o professor aprendente reflete sobre a sua prática relacionando-a com a perspectiva CTSA.

Um espaço de formação assim caracterizado deve estar apoiado em dois eixos: um de caráter formativo e outro de caráter reflexivo. A ação formativa deve procurar dar significado ao enfoque CTSA que, no nosso caso, foi possibilitado pelo tema e pelos recursos didáticos disponibilizados, que juntos favoreceram a conscientização em relação aos princípios CTSA e facilitaram a articulação das dimensões CTSA envolvidas com o tema.

O caráter reflexivo deve manifestar-se possibilitando aos participantes uma reflexão sobre a sua prática, sobretudo aquela que envolve a precariedade da profissão docente. Através dessa reflexão, o professor aprendente poderá socializar suas angústias, seus saberes e exercitar suas reivindicações em uma relação dialógica com seus pares, no sentido de fortalecer sua “identidade profissional” para enfrentar problemas como a burocracia, o engessamento dos programas escolares e os desafios postos pelo enfoque CTSA.

Nessa perspectiva, acreditamos ser possível o “desenvolvimento profissional” de educadores conscientes e autônomos que, mais do que estarem “formados” para o exercício do CTSA, tenham uma ‘atitude CTSA’ frente às mudanças que a educação em CTSA para o ensino de física demanda.

## REFERÊNCIAS

Aikenhead, G. (1994) What is STS Science Teaching? In: *STS Education – International perspectives on reform*. Eds. Solomon, J. e Aikenhead, G. Ed. Teachers College Press, p. 47-59.

Aikenhead, G. (2003) STS Educatin: a rose by any other name. In: *A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham*. Ed. Cross, R., Ed. Routledge Falmer, p. 59-75.

Alves, J.A.P.; Mion, R.A.; Carvalho, W.L.P. (2007) Implicações das relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na formação de professores de física. *Atas do XVII Simpósio Nacional em Ensino de Física – SNEF*, São Luís – MA, 1CD-ROM.

Doménech, J.L.; Gil-Pérez, D.; Gras, A.; Martínez-Torregrosa, J.; Guisasola, G.; Salinas, J.; Trumper, R.; Valdés, P.; Vilches, A. (2007) Teaching of energy issues: a debate proposal for a global reorientation. *Science & Education*, v.16, p. 43-64.

Figueirêdo, K.L. e Justi, R.S. (2007) Formação continuada de professores de ciências: uma perspectiva de desenvolvimento dos conhecimentos docentes a partir de pesquisa-ação colaborativa. *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, disponível em: <http://fae.ufmg.br:8080/abrapec/vinpec>.

Fontes, A. e Cardoso, A. (2006) Formação de professores de acordo com a abordagem ciência/tecnologia/sociedade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5 (1).

Fontoura, H.A. (2004) A licenciatura na formação de professores da UERJ. In: *Espaços e Tempos de Educação: ensaios*, Org. Leahuy – Dios, C., Niterói: Ed. CL.

Fuenzalida, E.R. (2001) Orientações para o planejamento de programas de formação continuada. In: *Formação continuada de professores de ciências no âmbito ibero-americano*. Org. Menezes, L.C. São Paulo: Ed. Autores Associados, 2ª edição, p. 59-70.

Gil-Pérez, D. e Vilches, A. (2006) Algunos obstáculos e incompreensiones en torno a la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 3 (3), p. 507 – 516.

Lüdke, M. e Boing, L.A. (2004) Caminhos da profissão e da profissionalidade docentes. *Revista Educação e Sociedade*, v. 25 (89), p. 1159 – 1180.



Minayo, M.C.S. (2004) *Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social*, In: *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Org: Minayo, M.C.S. , São Paulo, Ed. Vozes, 23ª edição, 80P.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO – BRASIL, *Atlas Geográfico Escolar – IBGE* (2007) Ed. IBGE, 4ª edição, 216p.

Piovesan, A. e Temporini, E.R. (1995) Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. *Revista Saúde Pública*, V. 29 (4), p. 318-325.

Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Vilches, A. (2007) O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Revista Ciência e Educação*, v. 13 (2), p. 141 – 156.

Ríos, E. e Solbes, J. (2007) Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6 (1), p. 32 – 55.

Santos, W.L.P.; Gauche, R.; Mól, G.S.; Silva, R.R.; Baptista, J.A. (2006) Formação de professores: uma proposta de pesquisa a partir da reflexão sobre a prática docente. *Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8 (1), p. 49 -57.

Santos, W.L.P. e Mortimer, E.F. (2001) Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Revista Ciência Educação*, v. 7(1), p. 95 – 111.

Schön, D.A. (1992) Formar professores como profissionais reflexivos. In: *Os professores e a sua formação*. Org. Nóvoa, A., Lisboa, Dom Quixote, p.115-138.

Solbes, J. e Vilches, A. (2005) Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. In: *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad em los inicios del siglo XXI*. Eds. Membiella, P. e Padilla, Y., Educación editora, p.15-22.

Silva, L.F. e Carvalho, L.M. (2006) O ensino de física e a temática ambiental: a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso. *Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Londrina , CD ROM, v. 1, p. 1 – 12.

Tardif, M. (2002) *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes.

Tenreiro-Vieira, C. e Vieira, R.M. (2005) Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. *Revista Ciência e Educação*, v. 11 (2), p. 191 – 211.