

DIFICULDADES DOS LICENCIANDOS EM ADOTAR UMA ABORDAGEM VERDE EM SEUS PROJETOS DE ENSINO DE QUÍMICA

FUTURE TEACHERS' DIFFICULTIES IN ADOPTING A GREEN APPROACH IN THEIR CHEMISTRY TEACHING PROJECTS

Marlene Rios Melo¹
Alberto Villani²

¹IMAPES-Instituto Manchester de Ensino Superior de Sorocaba, marlenemelo@terra.com.br

²USP –Universidade de São Paulo- Instituto de Física, avillani@usp.br

RESUMO

Foi elaborado um curso de formação de professores visando reunir e organizar os conhecimentos dispersos, de tal forma a aumentar a eficiência do ensino, e ainda, levar em consideração a escassez dos recursos físicos não renováveis, os conflitos sociais causados pela obtenção destes, a contaminação do Meio Ambiente Natural e conseqüente reflexo no Meio Ambiente Humano. Também era finalidade do curso a percepção de que a produção de substâncias sintéticas fosse comprometida com a ética para uma civilização tecnológica. Assim, planejou-se a disciplinas de Prática de Ensino de Química para licenciandos do IMAPES envolvendo os princípios da Química Verde, ou química ética, na expectativa da incorporação dessa abordagem de ensino nos seus projetos de ensino. Independentemente da participação e grande envolvimento dos licenciandos durante o curso, quando da elaboração dos projetos de ensino envolvendo a abordagem verde, os alunos apresentaram propostas tradicionais, contrariando o entusiasmo e dedicação durante as aulas. Tal fato fez-nos pesquisar as dificuldades encontradas pelos licenciandos na elaboração dos projetos com abordagem verde através de questionário e entrevistas com os alunos do curso e com orientandos da Iniciação científica, que também trabalham com experimentos verdes. Os dados coletados permitiram a elaboração de algumas hipóteses para tais dificuldades e sugestões de aprofundamento de pesquisa.

Palavras-chave: ensino de química, formação de professores, química verde, projetos de ensino, dificuldades dos licenciandos.

ABSTRACT

A course of teachers' formation was elaborated seeking to gather and to organize the dispersed knowledge, in such a way to increase the efficiency of the teaching, and still, to take in consideration the shortage of the physical resources didn't renew, the social conflicts caused by the obtaining of these, the contamination of the Natural Environment and consequent reflex in the Human Environment. It was also purpose of the course the perception that the production of synthetic substances was committed with the ethics for a technological civilization. Like this, it drifted her to you discipline of Practice of Teaching of Chemistry for future licentiate of IMAPES involving the beginnings of the Green Chemistry, or ethical chemistry, in the expectation of the incorporation of that teaching approach in their teaching projects. Independently of the participation and great involvement of the future licentiates during the course, when of the elaboration of the teaching projects involving the green approach, the students presented proposed traditional, contradicting the enthusiasm and dedication during the classes. Such fact made to research us the difficulties found by the future licentiates in the elaboration of the projects with green approach through questionnaire and interviews with the students of the course and with students of the Scientific Initiation, that they also work with green experiments. The collected data allowed the elaboration of some hypotheses for such difficulties and suggestions of deep research.

Keywords: teaching of chemistry, teachers' formation; green chemistry, teaching projects, difficulties of the students.

Introdução

A escassez dos recursos físicos não renováveis, o crescimento dos conflitos sociais causados pela obtenção destes, a contaminação do Meio Ambiente Natural e conseqüente reflexo no Meio Ambiente Humano, nos convoca a pautar nossa intervenção orientados por um compromisso com uma ética que vise a viabilização de uma civilização dominada pela tecnologia. Uma das possibilidades é seguir a **“ética voltada para uma civilização tecnológica”** de Hans Jonas, filósofo alemão, autor do livro *“Das Prinzip Verantwortung”* (1988). Em sua versão espanhola, *“El Principio de Responsabilidad – Ensayo de una ética para la civilización tecnológica”* (Jonas, 1995), podemos ler sua proposta: uma ética complementar à kantiana, uma ética que vai além das relações do homem com o homem, envolvendo também as relações do homem com a natureza e do homem com aqueles que ainda não nasceram, ou seja, as gerações futuras. Ele chama de “ética para uma civilização tecnológica” aquela que estabelece responsabilidades e deveres do homem em relação a outros homens, do homem vivente em relação ao ainda não nascido e também do homem em relação ao Meio Ambiente Natural. Para o autor a Ciência e a Tecnologia devem atuar, tendo o apoio do Estado, de tal forma a pensar nas gerações futuras, ou ainda, não negar o direito de existir daqueles que ainda não existem. Essa ética orienta os homens de hoje a cuidarem do futuro, protegendo seus descendentes das conseqüências de suas ações presentes. A ética voltada para uma civilização tecnológica vai ao encontro da visão de desenvolvimento sustentável, definido como: *“desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades.”* (Relatório Brundtland, 1987).

Para visualizar como essa ética tecnológica está relacionado com o Meio Ambiente Humano, definido por Capurro Soto (1987) como o fruto das inter-relações entre o Meio Ambiente Natural com o Social, utilizamo-nos do esquema da figura 01

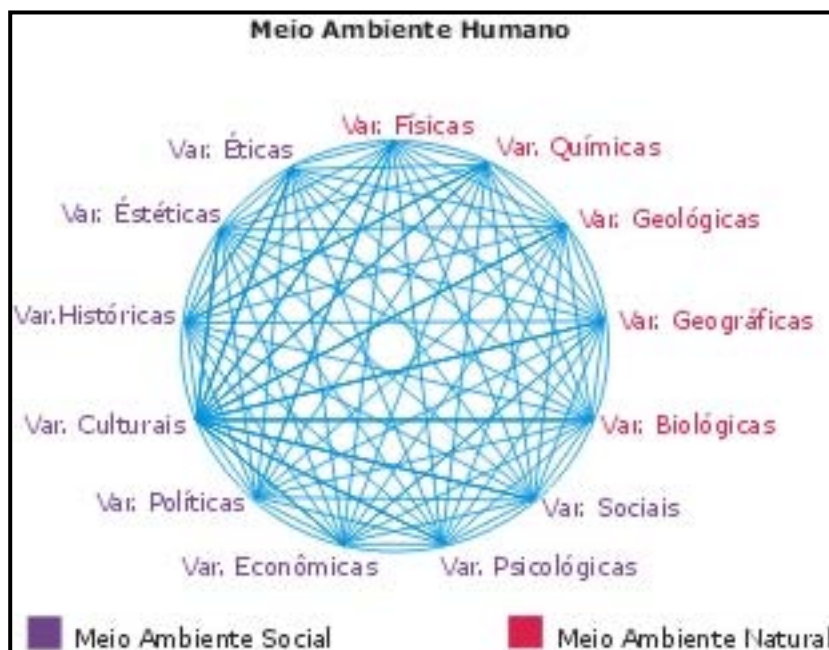


Fig. 01 – Esquema das interações entre as variáveis do Meio Ambiente Social e o Meio Ambiente Natural compondo o Meio Ambiente Humano (Soto, 1987)

Neste esquema é importante ressaltar que o Meio Ambiente não é concebido apenas como o conjunto das variáveis do Meio Ambiente Natural. Ele está mais amplo, envolvendo também as variáveis econômicas, políticas, culturais e éticas, ou seja, as variáveis do Meio Ambiente Social. Das relações entre todas essas variáveis resulta o Meio Ambiente Humano. Uma consequência imediata dessa perspectiva refere-se à tecnologia química, responsável pela transformação dos recursos físicos, renováveis e não renováveis, da terra em produtos de consumo humano. Essa tecnologia também deveria adaptar-se a ética de Hans Jonas. Portanto, os métodos de produção deveriam ser planejados de tal forma a minimizar, ou ainda evitar a contaminação de solos, ar e água gerando desenvolvimento com equidade social. Tais métodos têm que se fundamentar no princípio da responsabilidade. Essa responsabilidade não se restringe ao sujeito, mas ao coletivo, tendo como preocupação básica os efeitos cumulativos e irreversíveis da intervenção tecnológica sobre o Meio Ambiente Natural e Social.

Essa preocupação com o futuro da Humanidade atingiu fortemente também a Educação em Ciências propondo formar os alunos para a cidadania de modo que cada pessoa possa atuar eticamente no mundo real e global. Para isso a alfabetização científica tende a ampliar suas perspectivas para o domínio da dimensão tecnológica e para a análise das implicações destes conhecimentos e técnicas no movimento da sociedade e na modificação da natureza. O movimento CTS considera centrais as múltiplas inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade, seja na seleção e abordagem das temáticas, ou na proposição de questões-problemas para resolvê-los (Martins, 2000). Dentro desta perspectiva o objetivo de ensino amplia sua meta da aprendizagem dos conhecimentos científicos clássicos para integrar objetivos culturais e práticos. Órgãos educacionais nacionais e internacionais recomendam que a forma de ensinar hoje analítica, fragmentada e descontextualizada, deva ser substituída por uma sistêmica e contextualizada, que estuda as relações no Meio Ambiente Humano com a finalidade de alcançar um desenvolvimento sustentável. Esta preocupação atinge principalmente os professores, porque deles será uma das responsabilidades maiores de modificação do ensino, visando uma ética voltada para uma civilização tecnológica. Em particular é nos cursos de prática de ensino para formação de professores que as discussões não podem mais se limitar às formas de ensinar ciências e aos experimentos mais adequados para a assimilação de conteúdos científicos. É necessário, também, levar em consideração, durante o planejamento das aulas por parte dos licenciandos, o impacto para o homem contemporâneo e seus descendentes dessa produção, tanto na quantidade quanto na qualidade dos recursos físicos da terra.

No caso específico da formação de professores de Química o problema básico é: *como inserir essas necessidades sem que tenhamos em sala de aula discussões superficiais com conseqüente prejuízo da assimilação dos conteúdos? Ou introduzir uma problematização ética, evitando que nos tornemos alarmistas ao ponto de provocar a sensação de que a química é a parte da ciência que só traz malefícios à humanidade?* A Química Verde nos parece uma possibilidade de resposta a essas questões, pois está essencialmente preocupada em modificar as rotas sintéticas que reduzem ou eliminam o uso e produção de substâncias danosas ao Meio Ambiente Humano. Em 1991 a Química Verde se converteu em objeto formal da EPA (Environmental Protection Agency) em colaboração com American Chemical Society e o Green Chemistry Institute e na Europa a Royal Society of Chemistry criou a Green Chemistry Network,

com o objetivo de promover a conscientização e facilitar a educação, treinamento e prática da Química Verde na indústria.

Os princípios básicos da química verde são doze e podem ser assim resumidos:

1. **Prevenção** – a prevenção é melhor do que tratamento de resíduos indesejáveis, portanto o professor iniciante deve planejar seus experimentos e discussões alertando para a necessidade de prevenir contaminação ao invés de tratá-la
2. **Eficiência Atômica** (Trost, 1991) – as sínteses devem ocorrer de tal forma a produzir apenas o produto desejado, ou ainda, incorporando no produto final todos os átomos dos reagentes, evitando, portanto subprodutos.
3. **Síntese segura** – evitar usar, ou até mesmo não usar, nem produzir substâncias tóxicas, por menor que seja a quantidade de substâncias envolvidas em um experimento didático a produção de substâncias tóxicas deve ser evitada ou minimizada.
4. **Desenvolvimento de Produtos Seguros** – produto seguro é aquele que não causa dano ao Meio Ambiente Humano.
5. **Uso de Solventes e Auxiliares Seguros** – evitar solventes como benzeno, clorofórmio, etc. ou substituí-los por outros mais seguros, de preferência água (King e col., 1992), mesmo em sínteses orgânicas. O uso de água e dióxido de carbono como solventes supercríticos vêm substituindo lentamente os solventes clorados.
6. **Busca pela Eficiência de Energia** – reformular ao máximo as rotas, de tal forma que a maioria possa ocorrer na temperatura e pressão ambiente. O aquecimento por microondas de reações químicas também tem sido intensamente estudado (Rosini e col., 2004)
7. **Uso de Fontes de Matéria-Prima Renováveis** – discutir, sempre que possível, fontes de matéria prima renovável em substituição às não renováveis.
8. **Evitar a formação de derivados** – evitar a utilização de grupos de bloqueios, de proteção/desproteção, ou ainda, modificação temporária da molécula por processos físicos e/ou químicos.
9. **Catálise** – os catalisadores devem ser preferidos aos reagentes estequiométricos pois podem ser reutilizados.
10. **Produtos Degradáveis** - Essa atitude nos permite prever as conseqüências do impacto que a fabricação, consumo e descarte desse produto sobre todo o meio ambiente.
11. **Análise em tempo real para prevenção de poluição** – o grande avanço da nanotecnologia tem colaborado com o desenvolvimento de sensores que previamente são capazes de detectar e controlar a geração de resíduos, essa análise em tempo real reflete diretamente na obtenção seletiva de produtos menos tóxicos.
12. **Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes** – a elaboração de experimentos didáticos utilizando substâncias seguras e de fácil manuseio colabora com uma química segura.

Acreditávamos que elaborando as disciplinas de Prática de Ensino de Química envolvendo os princípios da química verde e discutindo as idéias de Hans Jonas formaríamos profissionais com uma visão contextualizada e de cidadania para atuarem no Ensino Médio. Neste trabalho descreveremos rapidamente as etapas da disciplina, as principais atividades desenvolvidas e os resultados surpreendentes obtidos. Em seguida procuraremos levantar

possíveis explicações destes resultados, aproveitando também das respostas dos alunos a um questionário e de suas falas durante a sucessiva discussão em sala de aula.

Os dados utilizados foram elaborados a partir de um questionário, das anotações da professora ao longo do semestre e de uma entrevista posterior com a professora, na qual ela foi questionada por um grupo de pesquisa na tentativa de levantar suas expectativas e atitudes para com os alunos (Villani et al., 2006) Nessa busca procurou-se definir os eventos marcantes que permitissem delinear que tipo de história os dados permitiam contar. Para tanto era necessário que a professora se colocasse numa posição de de desprendimento em relação a sua atuação e os participantes do grupo tentassem levantar questões que fornecessem novas informações para o entendimento dos eventos. Tais informações sugeriram algumas hipóteses que apresentaremos nas conclusões do trabalho.

A Disciplina Prática de Ensino de Química I sob a perspectiva da Química Verde

O planejamento da disciplina de Prática de Ensino I, para doze licenciandos de um Instituto de Ensino Superior do interior do Estado de São Paulo durante o primeiro semestre de 2005, seguiu os seguintes passos:

1. *Introdução aos princípios da Química Verde e às idéias de Hans Jonas* – nessa fase do curso o objetivo era que os alunos compreendessem bem as idéias envolvidas na química verde e na ética para uma civilização tecnológica para planejarem seus planos e projetos de aula tendo como base essas idéias.

2. *Apresentação do site elaborado por Michael Cann da University of Scranton*, onde se tem módulos de ensino para química geral, inorgânica, orgânica, física química e química industrial, levando em consideração a química verde. Dessa forma o licenciando deveria perceber que esse novo conceito em química era aplicável e possível de ser colocado em prática, não se tratando de um discurso utópico.

3. *Resumo dos principais tópicos ensinados no ensino médio*, estabelecendo datas para a discussão de conceitos e suas concepções alternativas envolvidos na apresentação desses tópicos. Nessa fase a intenção era superar as concepções alternativas dos licenciandos para que estes pudessem ensinar aos seus alunos utilizando concepções científicas menos distorcidas.

4. *Utilização de artigos das revistas Química Nova na Escola, Enseñanza de las Ciencias e Journal of Chemical Education* para discutir as concepções alternativas envolvidas nos conceitos químicos apresentados, assim como, nos experimentos e nas formas de abordar o conteúdo. Em todas essas discussões sempre se procurava alternativas verdes e eticamente corretas para a apresentação de conteúdos e elaboração dos experimentos.

O curso transcorreu com a participação dos alunos de forma entusiasmada e envolvida com as propostas. Essa participação ficava evidente pela presença quase massiva, mesmo sendo um curso ministrado aos sábados de manhã. E ainda, quando da discussão de um experimento, alunos distintos traziam sugestões diversas para aprimorar a prática. As discussões, orientadas pela professora, eram conduzidas para que o aprimoramento gerasse interesse e consciência ambiental. Assim, foi apresentado um experimento, rotulado de verde, sugerindo sua possível utilização por parte dos alunos já envolvidos na docência: dois alunos chegaram a aplicá-lo em suas salas de aula e a relatar os resultados para os colegas, considerando-os interessantes e satisfatórios. Os licenciandos passavam a impressão de estarem incorporando a proposta ‘verde’, mesmo que com diferentes tipos de adesão.

Em alguns momentos os alunos apresentaram reclamações, em tom humorístico, pela insistência da professora em sempre substituir substâncias tóxicas, como o ácido sulfúrico, por outra mais segura, como o ácido acético: por exemplo, um aluno gerou o seguinte comentário: “*no final vamos ter que usar somente a água como reagente*”. A própria presença desses momentos de descontração parecia apontar que o desenvolvimento da disciplina estaria conduzindo para um sucesso significativo e a professora em suas reflexões podia antecipar que esses alunos sairiam da faculdade com uma postura diferente da maioria dos profissionais da área, apoiada na assimilação, participação e entusiasmo com os princípios da Química Verde.

Paralelamente ao curso, a professora começou a orientar dois alunos em projetos de iniciação científica, cujo objetivo prioritário seria elaboração e/ou adaptação de experimentos didáticos tradicionais em verdes. Uma orientanda testou uma proposta apresentada por Wright (2002) no *Journal of Chemical Education* sendo feitas algumas adaptações consideradas necessárias para tornar viável e mais ‘verde’ tal experimento. A orientanda envolveu-se na tarefa com um entusiasmo e uma grande curiosidade sobre o tema, traduziu os textos, independentemente de suas dificuldades e equívocos, iniciou a planificação do experimento, acatou as sugestões, trouxe outras, leu vários outros artigos que encontrou sobre química verde, elaborou um trabalho, para a disciplina de Metodologia de trabalho científico, utilizando a química verde e nas reuniões entre a professora e seus orientados, ela era sempre a mais entusiasmada. O outro orientado, considerado um bom aluno pela faculdade, ficou incumbido de estudar a produção do íon ferrato e sua utilização em substituição ao dicromato de potássio em um experimento de produção de bafômetro caseiro apresentado na revista *Química Nova na Escola*. Apesar de, ao longo do semestre, ter conseguido apenas traduzir um artigo que envolvia métodos para a produção ‘verde’ do íon ferrato, durante as reuniões para discutir o projeto de iniciação científica ele se mostrava interessado e participava ativamente com sugestões e comentários. Assim, apesar de seu trabalho de casa não caminhar muito, a professora ainda alimentava a esperança de que, superadas as dificuldades do momento, ele também conseguiria elaborar com sucesso suas tarefas.

Os Projetos apresentados pelos Licenciandos

O curso transcorreu obedecendo o planejamento, com ligeiro atraso em função das discussões de otimização de alguns experimentos propostas pelos licenciandos. A avaliação do curso envolvia, também, a elaboração de um projeto de ensino sobre tópicos selecionados pelos alunos, *adaptando-os para uma abordagem verde*. A metodologia de ensino sugerida foi a proposta por Delizoicov (1991), que compreendia três momentos pedagógicos: 1. Problematização Inicial (PI)– onde o professor apresenta uma reportagem, ou um vídeo, ou uma questão capaz de gerar no aluno a busca pela resposta. 2. Organização do Conhecimento (OC)– onde o professor sugere experimentos e textos didáticos para que o aluno os utilize iniciando a busca pela solução da questão e 3. Aplicação do Conhecimento (AC)– onde os alunos elaboram suas conclusões, as escrevem e apresentam para os colegas para que sejam discutidas sob orientação do professor.

A professora ficou enormemente surpresa ao perceber que todos os projetos eram constituídos por propostas tradicionais. Nenhum aluno apresentou um projeto na linha da química verde, nem mesmo pareceu ter realizado alguma tentativa parcial de adaptar o experimento a esta perspectiva. Durante o curso os licenciandos apresentaram seus pré-projetos e sugestões foram feitas para incorporassem a metodologia e explorassem a perspectiva verde. Por exemplo, num caso, o tema era solubilidade: foi sugerido que colocassem como situação

problema da PI uma reportagem onde peixes apareceram mortos sem indícios de contaminação química. Isso permitiria que no momento da Organização do Conhecimento apresentassem sugestões de trabalho que conduziriam para a compreensão da poluição térmica. O aluno encarregado do projeto pareceu aceitar a idéia e até com um certo entusiasmo e satisfação. Entretanto, o projeto foi elaborado apresentando como PI um gráfico com as curvas de solubilidade de sal e açúcar, com uma abordagem muito tradicional; uma reportagem envolvendo morte de peixes foi colocada como anexo, sem nenhuma relação com a PI. Isso, evidentemente, comprometia a possibilidade de exploração da poluição térmica na etapa da Organização do Conhecimento. Ou seja, tudo o que poderia abrir caminho para um discurso orientado pela perspectiva verde foi recalçado. Num outro projeto, envolvendo como tema as reações químicas, a licenciada pareceu aceitar a sugestão inicial da professora e apresentou como PI uma situação que, aos olhos da professora, parecia comungar com uma problematização verde; porém na etapa da OC a aluna apresentou reações tradicionais, deixando de explorar todas as conexões com a química verde. Ou seja, uma nova evidência do recalque da perspectiva prezada e incentivada pela professora.

Dificuldades dos licenciandos e orientandos em elaborar propostas verdes de ensino

Considerando contraditória a participação dos alunos durante o curso e na elaboração dos projetos apresentados, assim como a dificuldade de um dos orientandos em elaborar o que lhe foi solicitado, no penúltimo dia de aula a professora apresentou um questionário a ser respondido pelos alunos. A pergunta era: *Qual a principal dificuldade na elaboração de projetos de ensino de química levando em consideração os princípios da química verde e a ética para uma civilização tecnológica?* Os alunos podiam escolher uma entre as várias alternativas. A professora pediu que a resposta fosse sincera, garantindo que ela em nada alteraria a avaliação de cada aluno na disciplina. As respostas apresentaram a estatística delineada na figura 2.

Os resultados foram discutidos com a classe toda, e durante a discussão foram anotadas as seguintes observações:

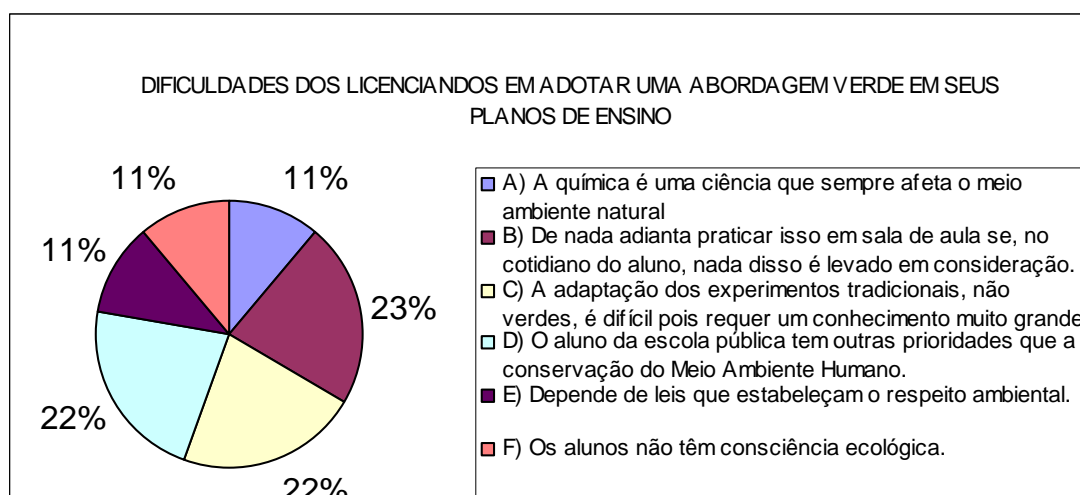


Fig. 02 – Estatística envolvendo os nove alunos do curso de prática de ensino I.

“O problema é a nossa formação que sempre foi de desrespeito ao Meio Ambiente, só estamos ouvindo falar de Química Verde aqui, o curso de bacharelado não apresentava esse tipo de discussão.”

“Aprendemos dessa forma tradicional e já é difícil elaborar um projeto tradicional, o verde exige um conhecimento que não temos.”

De fato, os alunos tiveram acesso a livros com possibilidades de projetos tradicionais e não tradicionais para a abordagem dos conceitos, inclusive um livro chamado química sustentável, cujo nome muitos alunos anotaram e vários questionaram onde poderia ser adquirido. Podemos interpretar que essas queixas sugerem uma profunda insegurança dos alunos em defender a química verde num ambiente onde ela não é respeitada.

“Os alunos não acreditam na técnica de milhões de passarinhos carregando água no bico para apagar um incêndio. Eles sentem que só alguns respeitando o Meio Ambiente não vai adiantar”..

“Praticamente não houve dificuldade, o problema é a falta de regulamentação por parte das autoridades, se não houver uma legislação punitiva a população não respeita o ambiente.”

Essas falas sugerem que os licenciandos estão preocupados em enfrentar as críticas de seus alunos, sobretudo porque não parecem ter convicções muito diferentes.

Com relação aos alunos da Iniciação Científica, a orientada que conseguiu cumprir as metas estabelecidas comentou:

“Desde que entrei nesta faculdade estou a procura de uma química menos nociva, aprender química verde foi encontrar o que estava procurando.”

O outro orientado alegou dificuldades de tempo, embora achasse o projeto bem interessante e se comprometeu ao cumprimento das metas no próximo semestre. Ele também argumentou como dificuldade a falta de formação anterior adotando essa visão verde.

Algumas Tentativas de Interpretação

A natureza das dificuldades enfrentadas pelos alunos na exploração da perspectiva verde não ficou evidente, inclusive pela forma como o questionário foi elaborado. Entretanto é possível levantar algumas hipóteses tentando uma análise retrospectiva dos eventos da disciplina e das falas dos alunos. Para elaborar a interpretação, utilizaremos os Discursos do Professor (Villani & Barolli, 2006). Este referencial consta de quatro categorias fundamentais. **O discurso do Mestre** é caracterizado por uma relação de domínio do professor sobre o saber em jogo, nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar. Ele não presta conta a Outro, nem há possibilidade de contestação por parte dos alunos. Sua posição é de **autoridade**. Também há pouco espaço para escuta. O efeito é uma captura ou a manutenção do aluno para um novo tipo de atuação ou de cultura. **O discurso da Universidade**, quando adotado pelo professor, o coloca como mediador entre o aluno e algum tipo de conhecimento produzido pelos especialistas. O professor, na perspectiva desse conhecimento, desempenha o papel de **guardião** para que a verdade do Outro (no caso a Ciência ou a Didática ou, até, a Burocracia) torne-se a lei do aluno. O efeito desse discurso é introduzir no aluno uma insatisfação ou, ao menos, um confronto com algo perfeito. Por exemplo, quando um professor avalia o trabalho de seus alunos e eles aceitam sua autoridade, o efeito implícito é o reconhecimento de suas próprias falhas e limitações.

O discurso da **Histórica** é caracterizado pela **insatisfação** do professor em relação à situação atual e por sua tendência à provocação contínua no campo científico, pedagógico ou dialógico para uma aproximação a um ideal. Podemos identificar esta posição como a de um **provocador**, cujo efeito no aluno é um avanço no saber. Por exemplo, uma estratégia que explora os ‘conflitos’ dos alunos para produzir mudanças, torna-se uma forma de **discurso da Histórica** nas situações em que atinge o aluno. O professor sinaliza para os alunos que algo está faltando para a maestria e estes se sentem desafiados.

Finalmente, o discurso do *Analista*, quando aplicado ao ensino, sua procura em favorecer a escolha de uma aprendizagem autônoma por parte do aluno. Podemos identificar sua posição como a de um **assessor** disponível para orientar e sustentar os alunos em suas iniciativas. Podemos exemplificar este tipo de laço quando o professor através de suas intervenções questiona a dependência dos alunos e produz um avanço na busca dele do saber científico.

Em primeiro lugar, parece-nos que o sucesso foi alcançado somente pela orientanda que desde antes da entrada na Faculdade estava procurando uma química semelhante à verde. Então tê-la encontrada não constituiu nenhuma quebra com sua posição interior; pelo contrário foi 'amor a primeira vista' com o investimento que isso implica. O convite da professora foi recebido como um discurso do Mestre que colocaria a orientanda em contato com um novo saber esperado a muito tempo. As várias sugestões da professora foram recebidas como um desafio pela orientanda. Neste caso parece não haver dúvida que tanto a professora quanto a orientanda se colocaram prevalentemente no contexto do discurso da Histórica. Entretanto, este não foi o contexto aceito pelos outros alunos. Isso sugere que assumir a química verde como base na elaboração de um curso de química implica em uma mudança na postura de vida, que vai bem além de uma mudança de discurso. Significa ir de encontro a toda a tradição do ambiente da química e do senso comum em relação a ela.

Em segundo lugar, mesmo aceitando que a projeção de um experimento de acordo com a Química verde envolva dificuldades de **natureza global**, no sentido de trabalhar com uma visão diferente, e não somente **local**, no sentido de enfrentar este ou aquele problema específico, é surpreendente que os alunos não tenham apresentado nenhum indício ou tentativa de projetar de acordo com as diretrizes apresentadas pela professora. Afinal eles tinham discutido durante a disciplina vários experimentos elaborados de acordo com os princípios da Química verde; mais do que isso, eles tinham analisado situações nas quais experimentos tradicionais eram modificados com o objetivo de reduzir o impacto ambiental. *Por que nada disso apareceu nos projetos apresentados?*

Uma hipótese é que o processo de recalque sistemático da perspectiva verde na elaboração dos projetos de ensino constituiu implicitamente uma defesa antecipada contra as eventuais críticas que os seus alunos fariam na ocasião da realização dos projetos. Essa sugestão também aponta para uma profunda insegurança dos licenciandos na defesa desta perspectiva e para uma revisão na interpretação do sentido de sua adesão à perspectiva durante o desenvolvimento da disciplina

Nossa suspeita, que deverá ser avaliada a partir da continuidade da disciplina no segundo semestre, é que a expectativa da professora fosse demasiada, constituindo-se num bloqueio para os alunos. É preciso lembrar que a professora em diversas ocasiões tinha mostrado aos alunos, quão intensa foi sua dedicação pessoal à causa verde; por outro lado a participação entusiasta dos alunos durante a disciplina, parecia sugerir, que eles tinham sido capturados pela proposta da professora e certamente elaborariam projetos de acordo. A surpresa que os resultados provocaram na professora parece um indício de suas expectativas. Assim, mesmo que os alunos tenham tentado elaborar um projeto de acordo com os princípios da química verde, é possível que tenham apagado os sinais dessas tentativas por considerá-los demasiadamente aquém das expectativas da professora. Em outras palavras, talvez inconscientemente eles tenham pensado que era melhor serem avaliados por algo que eles podiam de alguma forma defender, do que se expor com algo que certamente não atenderia às expectativas da professora. Diferentemente do caso da orientanda, o discurso da professora parece ter oscilado sistematicamente entre o discurso do Mestre e o discurso da Universidade. O primeiro seria responsável pelo entusiasmo inicial dos licenciandos e pelas renovadas adesões à participação numa perspectiva verde ao longo da disciplina.; pelo contrário as sugestões e cobranças de elaboração de projetos de ensino

verde foram interpretadas como um confronto arrasador com um ideal inatingível e portanto pouco estimulador.

Resultados surpreendentes contrastando as expectativas dos docentes, sugerem que o papel destas é ambíguo. Certamente quando o docente espera um resultado muito limitado de seus alunos, ele favorece um desempenho menor dos mesmos. Assim, quando a expectativa é positiva, o compromisso do aluno na realização das tarefas é maior. Entretanto quando as expectativas são demasiadamente elevadas o efeito é oposto, favorecendo o impasse do aluno na realização das tarefas. É preciso ter presente que a avaliação das expectativas do professor é feita pelos alunos com base em sua história pessoal e também institucional. Desempenhos que num determinado contexto institucional podem ser considerado razoável a partir da tradição da instituição, em outros contextos podem ser considerados utópicos

Algumas Considerações Finais

Nosso trabalho apresenta duas características que parecem interessantes para as pesquisas na área de Ensino de Ciência e de Química em particular. De um lado, a tentativa de modificar substancialmente as perspectiva na formação de professores, adotando uma linha que vai ao encontro das demandas dos organismos nacionais e internacionais e sobretudo das necessidades da sociedade. De outro lado, o levantamento das efetivas dificuldades encontradas pelos licenciandos para se apropriar da proposta inovadora da professora. Este último ponto nos chama atenção sugerindo que as pesquisas focalizem este problema, que suspeitamos ser comum nos projetos que visam uma mudança radical dos licenciandos, sobretudo quando esta mudança parece contrastar com as crenças mais enraizadas do ambiente escolar. Acreditamos que o problema é subestimado, inclusive porque o entusiasmo dos professores inovadores, como nosso caso sugere, parece em geral contaminar, de maneira superficial, os próprios licenciandos provocando a ilusão dos formadores de ter conseguido efeitos significativos.

Por isso sugerimos que haja um esforço sistemático dos pesquisadores interessado em mudanças do Ensino de Ciências de acordo com a linha CTS, para levantar, através da análise da literatura e de trabalhos de campo, as dificuldades e barreiras conceituais e subjetivas que comprometem a mudança de enfoque curricular. Em particular, achamos que é necessário aprofundar a análise dos argumentos teóricos ou práticos dos professores que, de alguma forma, consideram haver perdas no abandono da perspectiva curricular tradicional ou de inovações diferentes da CTS. Também, parece preciso encontrar maneiras de contornar ou minimizar tais perdas por meio de propostas específicas que satisfaçam às exigências fundamentais de contextos particulares;

Parece importante também analisar de maneira detalhada as implicações decorrentes da natureza coletiva do trabalho dos professores envolvidos com mudanças curriculares de tipo CTS, as dificuldades e resistências em relação a organização coletiva e sua sustentação, assim como as contribuições e reforços que ela propicia. Também pesquisar os possíveis auxílios internos ou externos à escola capazes de facilitar o desenvolvimento de grupos de trabalhos comprometidos com tais mudanças.

REFERÊNCIAS

JONAS, Hans – *El Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica* – Ed. Herder – 1995.

KING, Jim F.e Colaboradores - *J. Am. Chem. Soc.* 114, p. 3028 – 1992.

SOTO, Luis F. C. – *Manual de Metodologia de La Enseñanza de La Química* – Unesco – 1987 – p. I-1 a I-37.

TROST, Barry M. – *The atom economy – A search for synthetic efficient.* *Science* – v. 254, p. 1471 – 1991.

MARTINS, Isabel P. (2000). *O Movimento CTS na Península Ibérica*. Aveiro: Universidade de Aveiro Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.

ROSINI, Fabiana; NASCENTES, Clésia C. e NÓBREGA, Joaquim A. – *Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas*, *Quim. Nova* – v. 27, nº 6, p. 1012 – 1015 – 2004.

SANSEVERINO, Antonio M. *Química Verde, Uma nova filosofia*, *Ciência Hoje* – v. 31, nº 185 – p. 20 – 27.

SANSEVERINO, Antonio M. *Síntese Orgânica Limpa*, *Química Nova* – v. 23(1), p. 102, 2000.

<http://www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde/html/Princípios.htm>. Acessado em 05 de maio de 2005.

CANN, Michael C. - <http://academic.scranton.edu/faculty/CANNM1/dreyfusmodulesport.html> -University of Scranton. Acessado em 05 de maio de 2005.

VILLANI, A.; BAROLLI, E; FRANZONI, M.; GURIDI, V.; VALADARES, J.M.; FERREIRA, D.B. (2004) Contribuições da Psicanálise para uma Metodologia de pesquisa em educação em Ciências. *ATAS II EIBIEC – CD ROM*, Burgos, 12 pp

VILLANI, A. & BAROLLI, E. (2006) Os Discursos do Professor e o Ensino de Ciências. *Proposições* 17 (1), jan/abr pp.155-175

WRIGHT, Stephen W. – *The Vitamin C Clock Reaction* – *J. Chem. Educ.* – Janeiro/2002, 79 (1), 41-43.