



Desenvolvimento de abordagens CTS por discentes de uma licenciatura em ciências

Development of STS approaches by students of a Science Degree

Susan Bruna Carneiro Aragão

Universidade de São Paulo
susan.aragao@usp.br

Thaís Cyrino De Mello Forato

Universidade Federal de São Paulo
thais.unifesp@gmail.com

Simone Alves De Assis Martorano

Universidade Federal de São Paulo
sialvesmartorano@gmail.com

Danielle Beatriz De Sousa Borges

Universidade Federal do ABC
danibsborges@gmail.com

Resumo:

Este trabalho analisa as propostas da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para as aulas de Química e Física no Ensino Médio, desenvolvidas por discentes de um curso de Graduação em Ciências - Licenciatura, de uma universidade pública brasileira. A formação deu-se nas disciplinas de Práticas Pedagógicas de Química e Física, em 2015, quando os futuros professores elaboraram uma sequência de aulas com o enfoque na abordagem CTS. A metodologia de análise pautou-se nas categorias de contextualização de M. Lufti, avaliando se as propostas limitavam-se a apenas motivar e/ou ilustrar; se promoveriam uma problematização integrando conceitos científicos, questões sociais e tecnológicas; se excluía questões ambientais econômicas, sociais e políticas, ou ainda, se faziam emergir o extraordinário. A análise foi complementada, mediante pressupostos da metodologia qualitativa de pesquisa, por meio de dados extraídos das notas de campo das professoras e da pesquisadora que acompanhou a disciplina. Os resultados indicam algumas propostas privilegiando conteúdos científicos que explicam fatos cotidianos, porém, sem relacioná-los às questões sociais. Outras propostas trouxeram conteúdos científicos abordados superficialmente e exploraram sobretudo questões sociais, políticas, tecnológicas ou econômicas. Um outro grupo apresentou maior equilíbrio entre os conteúdos científicos sociais e tecnológicos, utilizando o conhecimento científico para o enfrentamento de situações problemáticas, em função do contexto social e tecnológico. Observou-se, ainda, que as categorias de Lufti não são suficientes para uma análise mais ampla do aprendizado dos alunos, pois há elementos do processo formativo que elas não contemplam. Os resultados obtidos possibilitaram a revisão de alguns aspectos da disciplina.

Palavras-chave: Abordagem CTS; Formação inicial de professores; Ensino de ciências.



Abstract:

This paper analyzes the CTS approach to proposals for High School Science classes developed by prospective teachers of a Brazilian public University. The teacher education occurred during the disciplines of Teaching Practice of Chemistry and Physics, in 2015. In this course, prospective teachers developed class plan as a training proposal, based on Science, Technology and Society approach (STS) for Brazilian High School Science class. The analysis was based on Lufti 's categories of contextualization, assessing whether the proposals were limited to only motivate or illustrate; or problematize and integrate scientific concepts with social and technological issues; if excluded environmental issues economic, social and political, or, if they did emerge the extraordinary. The analysis was complemented by assumptions of qualitative research methodology for data extracted from teachers' and researcher's field notes who accompanied the discipline. The results indicate some proposals favoring scientific content explaining everyday facts, but without relating them to the social issues. Still others brought scientific content and superficially explored more social, political, technological or economical issues. Another group showed better balance between scientific, social, and technological content, using scientific knowledge for dealing with issues in the light of social and technological context. It was also noted that the categories of Lufti are not sufficient for a broader analysis of prospective teachers learning as there are elements of the educational process that they are not geared to contemplate. The results made it possible to review some aspects of the discipline.

Key words: CTS approach; Teacher Education; Science Education.

Resumen:

Este trabajo analiza las propuestas de enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) para las clases de Física y Química en la escuela secundaria, desarrolladas por los alumnos de un curso de Grado en Ciencias- Licenciatura, de una universidad pública brasileña. La formación se llevó a cabo en las asignaturas de Prácticas Pedagógicas de Física y Química, en 2015, cuando los futuros profesores planificaron una serie de clases elaboradas sobre el enfoque CTS. La metodología de análisis se basó en las categorías de contextualización de M. Lufti, evaluando si las propuestas se limitaban solamente a motivar y/o a ilustrar; si promoverían una problematización en la integración de los conceptos científicos, cuestiones sociales y tecnológicas; si se excluirían los temas ambientales, económicos, sociales y políticos; o aún, si hiciesen surgir lo *extraordinario*. El análisis fue complementado de acuerdo con los supuestos de la metodología de investigación cualitativa, de los datos extraídos de las notas de campo de los maestros y del investigador que acompañó a la asignatura. Los resultados indican algunas propuestas que favorecen el contenido científico explicando hechos cotidianos, sin embargo, estos no fueron relacionados con los problemas sociales. Otros trajeron contenidos superficialmente científicos y exploraron más los aspectos sociales, políticos, tecnológicos o económicos. Otro grupo presentó un mejor equilibrio entre los contenidos científicos, sociales y tecnológicos, utilizando los conocimientos científicos para hacer frente a las situaciones problemáticas en función del contexto social y tecnológico. Se observó también que las categorías de Lufti no son suficientes para un análisis más amplio del aprendizaje de los estudiantes, ya que hay elementos del proceso educativo que no contempla. Los resultados han permitido revisar algunos aspectos de la disciplina.



Palabras claves: Enfoque CTS; Formación inicial de los profesores; Educación científica.

Introdução

Os cursos de formação inicial de professores no Brasil são oferecidos por instituições de ensino superior. Vários desses cursos têm a formação de professores centrada, principalmente, nas matérias científicas básicas e não as relacionam com as disciplinas pedagógicas (Carvalho & Gil-Pérez, 2011). Esse tipo de formação pode promover uma visão fragmentada das ciências e do ensino de ciências.

Nas últimas duas décadas, algumas mudanças vêm ocorrendo nesse cenário. Alguns cursos vêm implementando disciplinas pedagógicas ao longo de todos os anos da graduação, muitas delas levando em conta os conteúdos das didáticas específicas das ciências. Em 2007, por exemplo, uma instituição de ensino brasileira, Universidade Federal de São Paulo, criou um curso de formação inicial de professores da área de ciências da natureza e matemática que visa:

a formação de um profissional que tenha condições de elaborar propostas referentes à problemática do ensino-aprendizagem de Ciências e Matemática, veiculadas por atitudes investigativas, de maneira contextualizada e adequadas às diferentes realidades educacionais, além de estimular a atuação do profissional como um cidadão para atuar nas diversas instâncias educativas - em sua estrutura, legislação, funcionamento, possibilidades, limitações, identidade e singularidade. (Projeto Político Pedagógico, 2013, p. 18)

Neste Curso de Graduação em Ciências – Licenciatura, da Universidade Federal de São Paulo, no campus Diadema, localizado na região metropolitana de São Paulo, o futuro professor pode escolher entre quatro habilitações: Matemática, Física, Química e Biologia. A estrutura de curso busca, em seu currículo, privilegiar a integração dos conhecimentos, e possibilita promover, nos licenciandos, o aprendizado de uma visão não-fragmentada das Ciências, almejando uma futura prática de ensino interdisciplinar na educação básica.

As Unidades Curriculares (UC) Práticas Pedagógicas de Física e Química I e II, por exemplo, são oferecidas no último ano do curso e cada uma dessas quatro disciplinas tem a duração de 72 horas a cada semestre. De um modo geral, os principais objetivos das UCs de Prática Pedagógica de Química e Física II, ministradas em 2015, foram os de levar o estudante a:

- Conhecer e compreender as propostas de metodologias de ensino de Química e Física.
- Relacionar conceitos fundamentais do conhecimento químico e físico às questões sociais e tecnológicas.
- Compreender os elementos fundamentais para o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares.
- Refletir sobre e desenvolver propostas visando a superação da dicotomia entre método e conteúdo.
- Ter acesso aos meios necessários para o desenvolvimento de metodologias ativas para a educação em Física e Química que permitam a vivência no processo de investigação científica.



- Desenvolver a capacidade de elaboração de materiais pedagógicos específicos para o contexto em que a educação em Química e Física está sendo desenvolvida.
- Conhecer as concepções de ciência e de ensino de química desenvolvidas historicamente.
- Aprofundar-se nas discussões sobre Educação na contemporaneidade e sobre a cultura escolar, compreendendo esta última como produtora de conhecimentos acerca da educação.
- Compreender as inúmeras variáveis contextuais da vida dos seus futuros alunos, que permeiam os processos de ensino e aprendizagem.
- Compreender questões atuais que perpassam o Ensino de Física e de Química voltadas para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à prática docente reflexiva, fundamentada pela pesquisa.
- Desenvolver hábitos de aprendizagem permanentes, entendendo a pesquisa como componente indissociável da prática profissional, permitindo localizar, avaliar a pertinência e utilizar artigos científicos para fundamentar ações educacionais e metodológicas na sala de aula.
- Relacionar conceitos físicos e químicos a contextos sociais, políticos, ambientais, tecnológicos e entender sua aplicação em outras disciplinas e nos desafios técnico-científicos do século XXI, compreendendo a ciência como construção sócio-histórica e percebendo como isso impacta sua futura prática docente.
- Interagir proativamente com diferentes metodologias e recursos didáticos, visando desenvolver atividades multiabordagens e estratégias didáticas interdisciplinares para tratar conceitos científicos.
- Desenvolver, apresentar e discutir atividades e aulas para o ensino médio, envolvendo conteúdo curricular do Estado de São Paulo, por exemplo: propondo abordagens interdisciplinares das ciências naturais; trabalhando na perspectiva do ensino investigativo e da abordagem ciência, tecnologia, sociedade (CTS¹); utilizando a história e filosofia das ciências (HFC); utilizando novas tecnologias da informação e comunicação (TICs); relacionando ciência-arte.

Dentre as diferentes possibilidades para lidar com tais objetivos, está a abordagem CTS na formação de licenciandos, que favorece a visão dinâmica, e não neutra da Ciência, integrando as dimensões científicas, tecnológicas, sociais, históricas, éticas, políticas, econômicas e ambientais (Santos, W., 2007). Segundo Conrado e El-Hani (2010), a abordagem CTS permite desenvolver as habilidades relacionadas ao senso crítico e à capacidade de discutir e pesquisar informações relevantes para a resolução de problemas sociais, considerando a tomada de decisão sobre aspectos culturais, ambientais, tecnológicos, econômicos, políticos.

Numa revisão recente sobre o tema, Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016) reafirmaram as contribuições da abordagem CTS para favorecer essas habilidades e concepções sobre a natureza

¹ Na UC, apesar de usar-se a sigla CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), a questão da educação ambiental também foi levada em consideração nas discussões com os licenciandos.



da ciência. Segundo esses autores, as pesquisas argumentam há décadas que a abordagem CTS pode promover o ensino e a aprendizagem desses aspectos. Eles defendem a natureza da ciência como um meta-conhecimento sobre a ciência, que emerge de reflexões no âmbito da História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência (interna e externa), fundamentais para o ensino e para a formação de professores.

Nessa perspectiva, as professoras das unidades curriculares *Práticas Pedagógicas de Química e de Física* inseriram a abordagem CTS para o ensino de ciências em seu conteúdo programático. O principal objetivo pedagógico foi o de preparar os futuros professores para desenvolver abordagens CTS em suas aulas, promovendo, em seus futuros alunos, o desenvolvimento das competências necessárias para a formação de um cidadão crítico (Santos, M., 1999). As disciplinas são ministradas independentemente por duas professoras distintas, nas turmas dos períodos vespertino e noturno. Contudo, em dois temas específicos, as turmas de Química e de Física participaram conjuntamente das aulas e das atividades. As professoras elaboraram uma sequência de aulas com o enfoque nas abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e, posteriormente, em História e Filosofia da Ciência (HFC).

Este trabalho analisa o conteúdo das sequências de aulas elaboradas pelos licenciandos no tema CTS.² Os resultados obtidos oferecem perspectivas para o aprimoramento da proposta formativa, tendo em vista seus objetivos, apontando aspectos a serem aprimorados, bem como os pontos que podem ter favorecido o aprendizado dos alunos.

Contextualização teórica

A contextualização teórica para a elaboração da proposta formativa considerou os objetivos formativos e as diferentes visões de CTS presentes na literatura. Dentre as várias possibilidades, a fundamentação teórica aqui adotada foi baseada nas perspectivas de W. Santos e Mortimer (2002), Auler e Bazzo (2001), Teixeira (2003) e M. Lufti (2005), conforme discute-se a seguir.

Wildson dos Santos e Eduardo Mortimer (2002) discutem a introdução de abordagens CTS na formação de professores e apontam que muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo principal de avaliar essas propostas e, o que se tem encontrado, é que, de uma maneira geral, os estudantes se beneficiam com essa abordagem.

O processo de implantação de currículos de CTS vem ocorrendo em diversos países desde a década de setenta, com a elaboração de materiais didáticos, sua aplicação e avaliação e a realização de cursos de formação de professores. (Santos & Mortimer, 2002, p. 17)

Eles apontam que, ao elaborar uma proposta de currículo CTS, é importante que sejam levados em consideração os seguintes questionamentos:

Que cidadãos se pretende formar por meio das propostas CTS? Será o cidadão no modelo capitalista atual, pronto a consumir cada vez mais, independente do reflexo que esse consumo

² Esta análise é parte de um projeto de pesquisa mais amplo (Edital Universal 2014 - CNPq), que analisa a formação de professores para compreender a ciência como parte da cultura e relacionar seu desenvolvimento a contextos sociais, políticos, ambientais e tecnológicos. Visa, a partir daí, preparar o professor para utilizar abordagens históricas, epistemológicas e em perspectiva CTS em sua futura prática docente. Além do contexto dessas disciplinas aqui mencionadas, esse projeto abarca a análise de outras unidades curriculares da graduação.



tenha sobre o ambiente e sobre a qualidade de vida da maioria da população? Que modelo de tecnologia desejamos: clássica ecodesequilibradora ou de desenvolvimento sustentável? O que seria um modelo de desenvolvimento sustentável? Que modelo decisionista desenvolveremos no nosso aluno, o tecnocrático ou o pragmático-político? (Santos & Mortimer, 2002, p. 17)

Essas questões foram discutidas pelas formadoras com os licenciandos, a fim de refletir sobre a abordagem CTS e os objetivos do ensino de química e de física.

A estratégia didático-pedagógica adotada pelas formadoras partiu, principalmente, da leitura prévia extra-sala de textos sobre o tema. Os textos eram posteriormente discutidos com os licenciandos em sala de aula, a partir de questões norteadoras. Numa das aulas, os futuros professores realizaram uma avaliação de alguns livros didáticos, buscando identificar os níveis de contextualização dos conteúdos científicos, segundo M. Lufti (2005). Posteriormente, os futuros professores foram solicitados a elaborar um plano de ensino voltado para o Ensino Médio brasileiro (alunos de 15 a 17 anos em média), que levasse em conta a articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social, com o objetivo de preparar cidadãos críticos mediante uma abordagem CTS (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002; M. Lufti, 2005; Teixeira, 2003).

Na elaboração do plano de ensino com abordagem CTS, considerou-se as proposições de dinâmica dos três momentos pedagógicos, organizadas por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A *problematização inicial* caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam. É nesse momento que os estudantes são desafiados a expor os seus entendimentos sobre determinadas situações significativas que são manifestações de contradições locais e que fazem parte de suas vivências. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a finalidade da problematização inicial é propiciar um distanciamento crítico do aluno quando ele se defronta com as interpretações das situações propostas para discussão, fazendo com que ele reconheça a necessidade de se obter novos conhecimentos, com os quais seja possível interpretar a situação mais adequadamente. Em outras palavras,

[...] deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado. (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002, p. 201)

A segunda etapa dos momentos pedagógicos, denominada *organização do conhecimento*, compreende, no entender de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), o estudo sistemático dos conhecimentos envolvidos no tema e na problematização inicial. Nesta etapa, são estudados os conhecimentos científicos necessários para uma melhor compreensão dos temas e das situações significativas. Nesse momento da atividade pedagógica, é importante enfatizar que os conhecimentos científicos são ponto de chegada, conforme apontam esses autores

A abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador. (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002, p. 194)

A terceira etapa dos momentos pedagógicos, – *aplicação do conhecimento* – destina-se a



empregar o conteúdo do qual o estudante vem se apropriando para analisar e interpretar as situações propostas na problematização inicial, além de outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de conhecimentos. Na visão dos autores, o papel do professor nessa etapa consiste em desenvolver diversas atividades para capacitar os alunos a utilizar os conhecimentos científicos explorados na organização do conhecimento, com a perspectiva de formá-los para articular constantemente a conceituação científica com situações que fazem parte de sua vivência. Destaca-se, nesse momento, a busca pela “generalização da conceituação”, isto é, a identificação e o emprego da conceituação científica envolvida, em que “[...] é o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que deve ser explorado” (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002, p. 202). A partir disso, o estudante tem a potencialidade de compreender cientificamente as situações abordadas na problematização inicial, motivo pelo qual, nesse terceiro momento, volta-se às situações iniciais, que agora passam a ser entendidas a partir do olhar da Ciência.

Outro aspecto a ser considerado na elaboração dos planos utilizados neste trabalho, foi a proposta de Teixeira (2003). Segundo ele, em boa parte dos casos, a preocupação expressa pelos autores que trabalham na linha CTS envolve: discussão sobre o impacto social da ciência e da tecnologia; debates em torno de concepções sobre qual é a natureza da ciência e do trabalho do cientista; a questão da neutralidade da ciência e da tecnologia; a lógica da eficiência inequívoca da ciência etc. Entretanto, isso não indica que o movimento defenda uma proposta acrítica, que não tenha em suas orientações conteúdo de denúncia das estruturas desumanizantes que existem em nossa sociedade e o consequente anúncio da possibilidade de transformação. Defende-se o compromisso de uma postura pedagógica centrada na visão de educação como meio para transformação da sociedade. Na mesma direção, as autoras Martins e Paixão (2011) consideram um consenso, na área de ensino de ciências, que a educação científica é parte essencial da construção de uma cidadania democrática. Portanto, segundo elas, a educação científica deve fazer parte do currículo escolar. As autoras apontam que a abordagem CTS favorece a construção dessa almejada cidadania.

Finalmente, o terceiro referencial que os alunos consideraram na construção do plano de ensino foi M. Luffi (2005). Esse autor propõe diferentes categorias de integração entre os conteúdos científicos, sociais e tecnológicos. Este último referencial será discutido com maiores detalhes na próxima seção, pois ele constitui o principal recurso utilizado nesta análise.

Metodologia de avaliação da produção dos licenciandos

O recorte da pesquisa apresentado neste trabalho enfoca a análise de alguns planos de ensino elaborados pelos licenciandos, os futuros professores, que apontaram aspectos a serem aprimorados na proposta formativa. Embora a análise mais ampla contemple, também, os aspectos propostos por Delizoicov e colaboradores (2002) e Teixeira (2003), optou-se por apresentar as limitações identificadas em alguns planos de ensino, a partir dos estudos de M. Luffi (2005).

Assim, a metodologia de análise adotada pautou-se nas categorias de contextualização de M. Luffi (2005). Para o autor é possível abordar o cotidiano a partir de diferentes níveis de contextualização. Essas categorias serão descritas a seguir.



No primeiro nível, a função da contextualização é apenas a de *motivar* o interesse do aluno pela ciência. Nas palavras do autor:

trabalhar com o cotidiano trata-se de motivar os alunos com curiosidades, geralmente sobre uma notícia de atualidades como supercondutores, vazamentos em usinas nucleares, chuvas-acidas, tratamento contra câncer, etc. (M. Lufti, 2005, p. 18)

Uma segunda maneira é a de se trabalhar com o cotidiano buscando *ilustrações* para o assunto que se esta desenvolvendo.

São exemplos e contraexemplos práticos que farão a ponte entre a aula expositiva e os fatos da natureza e da técnica. Isso ocorre quando se exemplifica semimetais com transístores; ésteres com aromatizantes; ácido clorídrico com gastrite; emulsões coloidais com maionese, etc. (M. Lufti, 2005, p. 18)

Para o autor, uma terceira tentativa de abordar o cotidiano, seria a de *problematizar os tópicos de conteúdo*, levantando questões ligadas à saúde, à agricultura, etc., porém mantendo a sequência formal de conteúdos.

Um quarto tipo de ligação com o cotidiano se daria por meio de projetos que *relacionam ciência e tecnologia*, estando contudo, desconectados das questões ambientais, econômicas, sociais e políticas.

Uma quinta proposta do autor, considera:

[...] esse cotidiano não como uma relação individual com a sociedade, pois existem mecanismos de acomodação e alienação que permeiam as classes sociais, mas considera a necessidade de fazer emergir o extraordinário daquilo que é ordinário, ou seja, buscar naquilo que nos pareça mais comum, mais próximo, o que existe de extraordinário, que foge ao bom senso, e que tem uma explicação que precisa ser desvelada. (M. Lufti, 2005, p. 20)

Avaliou-se, a partir dessas categorias, se as propostas dos licenciandos limitavam-se a apenas a motivar e/ou ilustrar; se poderiam promover uma problematização integrando conceitos científicos a questões sociais e tecnológicas, se excluía questões ambientais econômicas, sociais e políticas, ou ainda, se faziam emergir o extraordinário, cuja explicação precisa ser desvelada. Desse modo, buscou-se avaliar se as propostas construídas pelos licenciandos promoviam, de fato, uma integração entre ciência-tecnologia-sociedade, consonante com o quadro teórico adotado.

A análise foi complementada por dados extraídos das notas de campo das professoras e de uma pesquisadora que acompanhava a disciplina, de acordo com os pressupostos da metodologia qualitativa de pesquisa (Erickson, 2012).

Resultados

Os estudantes, futuros professores de Química e Física, organizaram-se em quinze grupos de três ou quatro membros cada. Discute-se abaixo a análise de onze (11) dos quinze (15) planos de aula elaborados pelos grupos.³ Um dentre os onze planos analisados é apresentado no Anexo 1, a título

³ Os outros quatro (4) planos, elaborados pelos outros grupos, foram apresentados oralmente com o auxílio de slides e dramatizações, requerendo metodologias de análise diferentes dos que as adotadas nessa análise, mais adequadas à sua forma de apresentação.



de exemplo. Nessa análise, procurou-se categorizar cada plano de acordo com um dos cinco níveis de contextualização de M. Lufti (2005), buscando identificar em cada caso, como são abordados o tema, a problematização inicial e os conteúdos científicos, tecnológicos, sociais.

A partir dessa categorização, os planos dos onze grupos foram organizados em quatro quadros, que são apresentados a seguir. Em cada um dos quadros, encaixam-se um ou mais grupos, dependendo das categorias de M. Lufti (2005) na qual cada um deles se adapta. As informações transcritas nos quadros foram retiradas dos planos elaborados pelos futuros professores. A primeira coluna de cada um dos quadros traz o tema e a problematização inicial propostos pelos grupos concernentes. As três outras colunas apresentam a classificação dos conteúdos, feita pelos estudantes, em: conceitos científicos, conteúdos de tecnologia, aspectos sociais.

Os dois planos de ensino inseridos no quadro 1 (elaborados pelos grupos 1 e 2) enfatizaram conteúdos científicos. Neste caso, a contextualização parece ter se limitado ao nível motivacional, para despertar a curiosidade dos alunos (M. Lufti, 2005). Nesses planos, os futuros professores classificaram alguns conteúdos científicos como, por exemplo, radionuclídeos, raios X, energia solar entre outros, como conteúdos sociais. A relação entre o conteúdo científico e a contextualização foi utilizada como fechamento da sequência de aulas. Pode-se conjecturar, então, que o futuro professor entende que os alunos do Ensino Médio precisam primeiro entender os conteúdos científicos para depois relacioná-los com o contexto social.

Nesse primeiro quadro, portanto, são apresentados os trabalhos para os quais sugere-se que a abordagem do cotidiano foi realizada somente com o objetivo de motivar o interesse dos alunos, o que corresponde ao nível 1 de contextualização de M. Lufti (2005).



Quadro 1. Categoria 1 de M. Lufti (2005) - função da contextualização é apenas a de motivar o interesse do aluno pela ciência.

Tema e problematização inicial	Classificação dos conteúdos proposta pelos futuros professores		
	Ciências	Tecnologia	Sociedade
Grupo 1. A energia nuclear no cotidiano. Afinal de contas, a energia nuclear é boa ou ruim?	Núcleo atômico. Emissões nucleares. Radioatividade. Transmutação nuclear. Velocidade de decaimento radioativo. Variações de energia nas reações nucleares. Fissão e fusão nuclear. Efeitos biológicos da radiação. Forças e partículas fundamentais. Matéria-antimatéria.	Medicina nuclear.	Fatos sociais: radionuclídeos naturais, descarte de material radioativo, radiação ionizante e não ionizante, energia solar, bronzamento e câncer, raios X, celulares e micro-ondas, datação com carbono-14 e bomba atômica
Grupo 2. Energia nuclear A energia nuclear é realmente segura? Podemos confiar na sua utilização? Ela é realmente limpa? Estamos preparados para utilizar esse tipo de energia? Tudo o que vem da tecnologia nuclear é ruim? Como estaria o mundo hoje sem o conhecimento nuclear?	Química atômica. Radiação e leis de decaimento. Eletro radiação. Fissão e fusão nuclear. Funcionamento da bomba atômica.	Como funciona a bomba atômica.	Benefícios e malefícios da utilização da energia nuclear (medicina). Avanços sociais devidos ao conhecimento sobre energia nuclear. Malefícios da energia nuclear (resíduos, investimento financeiro na guerra fria para construção de bombas).

Fonte: elaborado pelas autoras a partir dos dados escritos pelos alunos (planos de ensino).



Os próximos três planos de aula apresentados no Quadro 2 (correspondentes aos grupos 3, 4 e 5), priorizaram os conceitos científicos, enfatizando-os em praticamente toda a sequência, sendo que, somente no início ou no final dessa, foram apresentados os conteúdos de cunho social e tecnológico. Supõe-se, neste caso, que as concepções sobre contextualização dos futuros professores correspondem à aplicação do conceito científico (M. Lufti, 2005). Ou seja, primeiro é necessário ensinar os conceitos científicos, para então aplicá-los num contexto tecnológico, social e ambiental. Porém, a relação entre ciência, tecnologia, sociedade (incluindo-se aqui o ambiente) fica sob a responsabilidade do aluno da Escola Básica, pois no plano de aula elaborado pelos estudantes não há indícios de que o futuro professor fará essas relações.

Quadro 2. Categoria 2 de M. Lufti (2005) - função da contextualização é a de fornecer ilustrações para o assunto que se está desenvolvendo.

Tema e problematização inicial	Classificação dos conteúdos proposta pelos futuros professores		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
Grupo 3. Biocombustível, o mito do combustível limpo Como o biocombustível é obtido? Onde ele é utilizado? Quais são os impactos ou benefícios ambientais que eles provocam?	Obtenção do biocombustível. Ciclos biogeoquímicos. Protocolo de Kyoto. Influência do nitrogênio ativo no ambiente. Conhecimentos químicos para antever possíveis problemas ambientais Transporte e uso desse combustível.	Combustão do etanol (biocombustível) no motor do carro e produtos emitidos no ambiente. Relação entre a quantidade de N ₂ já emitido por ações humanas (fertilizantes). Perturbações no ciclo natural do nitrogênio.	Identificação do aumento de nitrogênio ativo na água que favorece o crescimento de algas e plantas. Identificação de algas que produzem produtos tóxicos e prejudicam peixes e animais.



Grupo 4. A ciência do armamento e o desarmamento civil Posse de arma e o desarmamento. Estatuto do desarmamento. Posicionamento do aluno pró ou contra a posse de armas.	Movimento plano. Força e leis de Newton. Trabalho e energia. Ecologia. Reações e transformações químicas. Processos nucleares.	Estudo de impacto de projéteis, potência e capacidade energética de alguns armamentos. Bomba atômica.	Questão social: Desarmamento. Rediscussão sobre o estatuto do desarmamento.
Grupo 5. Nanotecnologia e suas aplicações Leitura do texto e discussão: O que são semi e super condutores? Para que servem? Você já ouviu falar em levitação magnética? Quais transportes utilizam a tecnologia? Que conceitos físicos estão por trás disso?	Átomo. Molécula. Propriedades das substâncias. Química orgânica. Introdução à evolução da computação. Nanotecnologia. Física quântica.	Avanço tecnológico. Influência CTS para tais avanços.	Benefícios e malefícios da nanotecnologia

Fonte: elaborado pelas autoras a partir dos dados escritos pelos alunos (planos de aula).

Observa-se, nos três planos apresentados no quadro 2, que a problematização inicial refere-se praticamente a conceitos científicos. Ou seja, parece que os futuros professores entendem que é necessário primeiro ensinar os conceitos científicos para que os alunos possam depois aplicá-los num contexto social, tecnológico ou ambiental. O terceiro plano, partiu da problematização social e tecnológica sobre a questão do desarmamento civil e, posteriormente, enfocou os conteúdos científicos na sequência tradicional, para retomar somente ao final das aulas a discussão social.

Observou-se que as categorizações de M. Lufti (2005) não contemplam alguns dos aspectos propostos pelos futuros professores, como por exemplo, nesse caso, a proposta de parceria com as disciplinas de Biologia, Geografia e História, envolvendo questões ambientais, políticas e sociais. Isso aponta para uma limitação nas categorias adotadas (M. Lufti, 2005) em contemplar todas as possibilidades didáticas aventadas pelos estudantes. Uma análise mais ampla deve recorrer a outros suportes teórico-metodológicos, o que extrapola os objetivos do recorte aqui apresentado.



O Quadro 3, abaixo, traz cinco (5) planos que apresentaram o predomínio de conteúdos sociais, ambientais ou tecnológicos, correspondendo aos grupos 6, 7, 8, 9 e 10. Neste caso, os conceitos científicos foram pouco explorados e, quando abordados, praticamente não foram relacionados à contextualização inserida no plano de aula. Ou seja, os conteúdos sociais, ambientais, filosóficos e outros não se relacionaram com os conteúdos científicos, sugerindo que essa relação deverá ser feita pelos futuros alunos da Escola Básica.

Quadro 3. Categoria 3 de M. Lufti (2005) - função da contextualização é a de problematizar os tópicos de conteúdo.

Tema e problematização inicial	Classificação dos conteúdos proposta pelos futuros professores		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
Grupo 6. Aula de nutrição no ensino fundamental Química dos alimentos: saudável ou não?	Nutrientes e suas funções. Tabus alimentares x informações científicas. Calorias e valores nutricionais. <i>Diet e Light</i> .	Aproveitamento e conservação dos alimentos.	Alimentação saudável. Aproveitamento dos alimentos. Higiene alimentícia. Atividades físicas. Obesidade e anorexia na juventude.
Grupo 7. Liberdade, autonomia e crítica. Por que esses aspectos filosóficos são necessários para discutir a questão ambiental e a tecnologia nuclear? Uso e ocupação do solo. Degradação ambiental.	Radiação, radioatividade e suas diferenças. Fissão e fusão nuclear. Enriquecimento de urânio. Efeitos diversos da radiação na vida.	Usina, armas e acidentes nucleares. Lixo atômico. Segurança da produção. Situação do programa nuclear brasileiro. Aplicação da tecnologia nuclear.	Polêmica nuclear. Implementação de usinas nucleares. Posicionamento e consulta à população quanto à implementação de uma usina nuclear. Conhecimento popular sobre usinas nucleares.



Grupo 8. Carros x bicicletas – mobilidade urbana e conflitos <i>(O grupo não explicitou problematização inicial)</i>	Velocidade, velocidade média e aceleração. Forças. Trabalho e energia. Força motriz. Termoquímica. Fontes de energia. Transformação de energia.		Mobilidade urbana. Implementação de ciclovias e faixas exclusivas para ônibus. Comparação entre custo benefício na utilização de carros e bicicletas.
Grupo 9. Dengue Qual a incidência de dengue na região? Quais os diferentes tipos de dengue? Por que a dengue hemorrágica é tão perigosa? Por que não podemos tomar certos medicamentos quando estamos com suspeita de dengue? Automedicação. Inseticidas no combate do <i>Aedes aegypti</i> . Piracicaba, a primeira cidade a receber mosquitos geneticamente modificados. Novas tecnologias empregadas no combate à dengue.	Identificação de compostos orgânicos em fármacos. Química ambiental. Mutação genética.	Novas tecnologias empregadas no combate à dengue.	Casos de dengue no entorno da escola. Inseticidas. Diferentes tipos de dengue. Dengue hemorrágica. Medicação apropriada.



Grupo 10. Artigo 225¹ e o preconceito com Diadema Uso e ocupação do solo e degradação ambiental.	Tipos de agricultura. Modificação do solo e agricultura extensiva. Agrotóxicos. Poluição.	Tecnologia do período colonial e da revolução industrial no Brasil.	Uso e ocupação do solo. História de Diadema. Direitos e deveres do cidadão. Sustentabilidade. Preconceito com Diadema.
---	--	---	---

Fonte: elaborado pelas autoras a partir dos dados escritos pelos alunos (planos de ensino).

Não foi identificado nenhum plano de ensino que se enquadrasse na categoria 4, privilegiando apenas ciência e tecnologia.

Um dos planos de ensino (grupo 11), apresentado abaixo no quadro 4, aproximou-se da categoria 5 ao propor aspectos para que o aluno da Escola Básica entenda algumas relações, que muitas vezes não são fáceis de se identificar, como por exemplo, a relação entre a ciência, política, aspectos sociais e questões ambientais. Por esse motivo, escolheu-se apresentar esse plano completo na forma de um anexo (Anexo 1) que aborda problemáticas e controvérsias atuais no contexto brasileiro.



Quadro 4. Categoria 5 de M. Lufti (2005) - função da contextualização é a de problematizar os tópicos de conteúdo.

Tema e problematização inicial	Classificação dos conteúdos proposta pelos estudantes		
	Ciência	Tecnologia	Sociedade
Grupo 11. Energia e as questões sociais – O que eu tenho a ver com isso? Por que a conta de luz subiu tanto? Haverá um novo apagão? Qual é a fonte de energia mais sustentável? Quais os riscos ambientais e sociais envolvidos na escolha do modelo de energia de uma cidade/estado? Existe crise hídrica?	Energias e suas transformações. Conservação de energia. Leis da termodinâmica. Energia Interna. Conceito de calor e temperatura. Ciclo de Carnot.	Máquinas térmicas: prós e contras.	Uso consciente de energia elétrica na residência. Modelo de geração de energia mais eficiente em termos energéticos e sustentáveis, de acordo com a realidade do aluno. Impactos ambientais: despovoamento de populações ribeirinhas, lixo nuclear, contaminação de rios, extinção de espécies animais e vegetais, aumento do número de queima de combustíveis fósseis.

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados escritos pelos estudantes (planos de aula).

A partir dos planos analisados nesse recorte da pesquisa e utilizando-se apenas as categorizações de M. Lufti (2005), observou-se que todos eles partiram de uma problematização inicial, com potencial para integrar as áreas científicas, tecnológicas e sociais. Entretanto, alguns deles privilegiaram os conteúdos científicos e trouxeram uma contextualização superficial, prestando-se apenas a uma motivação inicial para as aulas e tendo sua temática organizada em função dos conteúdos científicos. Algumas propostas construídas pelos discentes utilizaram os conteúdos científicos para fornecer explicações para fatos do cotidiano, porém, sem relacioná-los com questões sociais. Outras, ainda, apresentaram os conteúdos científicos muito superficialmente e exploraram mais as questões sociais, políticas, tecnológicas, econômicas e ambientais.

Também pôde-se observar, em vários desses planos, que a relação entre ciência, tecnologia e



sociedade não foi explicitada pelo futuro professor, tendo sido deixado a cargo do aluno da Escola Básica estabelecê-la.

Algumas propostas de ensino construídas pelos discentes utilizaram os conteúdos científicos para fornecer explicações para fatos do cotidiano, porém, sem relacioná-los com questões sociais. Outras trataram dos conteúdos científicos muito superficialmente e exploraram sobretudo as questões sociais, políticas, tecnológicas, econômicas e ambientais.

Um outro conjunto de trabalhos apresentou um maior equilíbrio entre os conteúdos científicos e seu contexto social e tecnológico, utilizando o conhecimento científico como ferramenta para o enfrentamento de situações problemáticas e, organizando o conhecimento científico em função do contexto social e tecnológico. Nenhum plano apresentou uma discussão de situações-problema de forte teor social, buscando o posicionamento dos alunos e intervenção na sociedade (M. Luffi, 2005).

As notas de campo das professoras trazem reflexões sobre um evento relevante. Um aluno questionou a metodologia de ensino da abordagem CTS, dizendo que era apresentada de modo “teórico”, e não promovia uma experiência real. Uma das professoras argumentou que a abordagem CTS deveria fazer parte do currículo de várias unidades curriculares (UC) para que os licenciandos a vivenciassem em contextos diferentes e de forma integrada. Os objetivos da UC que estava sendo ministrada são voltados para o estudo e a reflexão sobre esse e outros temas do âmbito do Ensino de Ciências ainda a serem estudados, e não para o ensino de conceitos científicos. A professora destacou, ainda, que a estratégia adotada, para compensar a falta de vivência de alguns alunos na abordagem CTS, foi discutir alguns exemplos implementados no Ensino Médio. Uma outra aluna pontuou que vivenciou abordagens CTS ou contextualizadas em algumas disciplinas dedicadas a conteúdos de Física e Química e que, de fato, isso fez diferença em sua formação. Ela esclareceu, ainda, que tais abordagens permearam praticamente todo o semestre letivo e que não seria possível, por exemplo, vivenciá-las em apenas três semanas. Após as aulas, as professoras comentaram que alguns alunos que vivenciaram abordagens CTS, ou abordagens históricas ou ainda discussões epistemológicas em disciplinas de conteúdo científico de Física e Química, apresentaram uma compreensão mais refletida sobre a proposta CTS.

Outro aspecto a se destacar nas impressões das professoras foi em relação às diferentes histórias de vida dos discentes. Alguns alunos já possuíam uma primeira formação universitária, sendo dois em engenharia, outros dois em ciências ambientais e um em tecnologia em eletrônica, dentre outras formações. Esses, em sua maioria, participavam ativamente das discussões, inclusive trazendo exemplos cotidianos. Alguns alunos mais jovens, embora sem graduação anterior, também se destacavam na participação em aula. Havia ainda alunos que participavam de um grupo de pesquisa com temática de estudo voltada para o CTS, os quais demonstraram mais familiaridade com o tema.

Destaca-se também a existência de estudantes mais maduros que retomavam os estudos depois de muitos anos afastados das salas de aula. Esses, contribuíram com uma rica experiência de vida, ainda não sistematizada nos moldes acadêmicos. Até que ponto a proposta formativa foi a mais adequada para interagir com tais conhecimentos, em uma via de mão dupla? Em que medida os cursos de formação de professores estão valorizando e promovendo a integração dos saberes práticos trazidos pelos estudantes, com os saberes acadêmicos?



Conclusões

A partir da análise dos dados percebeu-se a necessidade de promover um maior contato dos licenciandos com a abordagem CTS em outras disciplinas do curso. Embora vários estudantes já conhecessem alguns exemplos e durante a aula outros tenham sido discutidos pelas professoras, observou-se que seria relevante que alguns estudantes vivenciassem efetivamente as abordagens CTS. Os objetivos da unidade curricular que estava sendo ministrada não se propõem a preencher essa lacuna. Esses objetivos voltam-se para a formação do professor reflexivo e pesquisador, promovendo a reflexão e a ação fundamentadas por meio de pesquisas envolvendo temáticas atuais do ensino de ciências (Demo, 2000; Pimenta e Ghedin, 2012). As unidades curriculares de cunho conceitual de Física e Química seriam as mais adequadas para promover a vivência da abordagem CTS, oferecendo ainda mais subsídios para os estudos a serem realizados posteriormente nas disciplinas de Práticas Pedagógicas.

A metodologia de avaliação dos planos de aulas desenvolvidos pelos estudantes, mediante um dos referenciais teóricos, possibilitou refletir sobre alguns aspectos da proposta formativa, mas constatou-se que tal metodologia apresenta limitações. Observou-se que as categorias de M. Lufti (2005) não foram suficientes para uma análise mais ampla do aprendizado dos alunos, pois há elementos do processo formativo que elas não contemplam. Essa avaliação não leva em conta, por exemplo, os processos individuais e coletivos no percurso da aprendizagem dos alunos. Pelas notas de campo, pela troca de impressões entre as professoras e pesquisadora, percebeu-se que a interação em sala de aula promoveu reflexões entre os estudantes que não podem ser avaliadas apenas a partir dos dados escritos.

Essas reflexões foram levadas em consideração no planejamento da proposta para o ano seguinte. Foram incorporadas algumas modificações, como por exemplo, maior tempo para a discussão do tema com a inclusão de novos referenciais teóricos, inclusão de atividades, como a análise de propostas didáticas com o enfoque CTS, entre outras. Esses novos dados, serão palco de outra análise a ser sistematizada oportunamente.

Agradecimento

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq – Brasil - Projeto Universal - Edital 2014).

Informações adicionais

- a. Susan Bruna Carneiro Aragão - Doutoranda em Ensino de Ciências no Instituto de Química da Universidade de São Paulo.
- b. Thaís Cyrino De Mello Forato - Professora Doutora da Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ciências Exatas e da Terra.
- c. Simone Alves De Assis Martorano - Professora Doutora da Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ciências Exatas e da Terra.
- d. Danielle Beatriz De Sousa Borges - Mestre em Ensino, História e Filosofia das Ciências e da Matemática pela Universidade Federal do ABC.



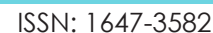
Referências

- Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13.
- Carvalho, A. M. P., & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações* (10.ª Ed.). São Paulo: Cortez.
- Conrado, D. M., & El-Hani, C. N. (2010). Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In *Atas do II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia* (pp. 1-16). Curitiba, Paraná: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Consultado em <http://www.sinect.com.br/anais2010/artigos/CTS/11.pdf>
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & PERNANBUCO, M. M. (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Demo, P. (2000). *Educar pela pesquisa* (4.ª Ed.). Campinas: Editora Autores Associados.
- Erickson, F. (2012). Qualitative research methods for science education. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1451-1469). London: Springer.
- Licenciatura Plena em Ciências (n. d.). Consultado em 2 abril, 2016, em http://www2.unifesp.br/home/diademagrado/grad_lpc.html
- Lufti, M. (2005). *Os ferrados e cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico* (2.ª Ed.). Ijuí: Unijuí.
- Martins, I. P., & Paixão, M. F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciências. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Eds.), *CTS e educação científica. Desafio, tendências e resultados de pesquisa* (1.ª Ed., pp.135-160). Brasília: UnB.
- Pimenta, S. G., & Ghedin, E. (Eds.). (2012). *Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um contexto* (7.ª Ed.). São Paulo: Cortez Editora.
- Projeto Pedagógico do Curso de Ciências-Licenciatura (n. d.). Consultado em 2 abril, 2016, em http://www2.unifesp.br/home/diademagrado/pdfs/graduacao/lpc/PPC_29_01_2014.pdf
- Santos, M. E. (1999). Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1 – 14). Valinhos, São Paulo. Consultado em 19 de junho, 2016, em <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A39.pdf>
- Santos, W. L. P. (2007). *Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica*. Consultado em 15 novembro, 2015, em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/15>



Santos, W. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 133-162.

Teixeira, P. M. (2003). Educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 177-190.

[illegible]

