

Propostas didáticas com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Rumo à coerência epistemológica do trabalho docente

Andrei Steven Moreno-Rodríguez¹ e José Claudio Del Pino²

¹Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Brasil, asmrodriguez@uesc.br;

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, delpinojc@yahoo.com.br.

Resumo: Visando compreender os aportes do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para a busca da coerência epistemológica do trabalho docente, discutem-se, por meio de um metatexto, os resultados de uma experiência formativa desenvolvida na disciplina "*Énfasis en didáctica: abordaje de cuestiones sociocientíficas*" do curso de licenciatura em química da *Universidad Pedagógica Nacional* da Colômbia. Nessa experiência foram desenvolvidos estudos teóricos e atividades práticas acerca do enfoque CTS e da Abordagem de Questões Sociocientíficas (AQSC), assim como a elaboração de sequências didáticas na mesma perspectiva. Os registros obtidos desse processo (Diários de pesquisa, Sequências e Entrevistas) foram analisados por meio de Análise Textual Discursiva (ATD), resultando em duas categorias finais emergentes: Contribuições formativas para a docência a partir da construção de propostas didáticas com enfoque CTS; Rumo à Coerência Epistemológica do Trabalho Docente. A experiência trouxe subsídios teóricos e práticos para a construção de propostas didáticas CTS, viabilizou discussões acerca do papel dos professores na evolução das sociedades, promoveu a reivindicação social do trabalho docente e mostrou os aportes do enfoque na busca da coerência epistemológica para a atuação profissional dos professores.

Palavras-chave: enfoque CTS, questões sociocientíficas, sequência didática, coerência epistemológica.

Title: Didactic proposals with Science, Technology and Society (STS) approach: Towards the epistemological coherence of teaching work.

Abstract: This study aims to understand the contributions of the Science, Technology and Society (STS) approach to the search for epistemological coherence of teaching work. To this end, the results of a formative experience developed in subject "*Énfasis en didáctica: abordaje de cuestiones sociocientíficas*" of the licentiate degree course in chemistry at the *Universidad Pedagógica Nacional* of Colombia are discussed. In this experience, theoretical studies and practical activities about the STS approach and the Socio-Scientific Issues (SSI) were developed, as well as the elaboration of didactic sequences in the same perspective. The records obtained from this process (Research Diaries, Sequences and Interviews) were analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA), resulting in two final emergent categories: Formative Contributions to Teaching from the construction of didactic proposals with CTS approach; Towards

Epistemological Coherence of Teaching work. The experience brought theoretical and practical subsidies for the construction of STS didactic proposals, enabled discussions about the role of teachers in the evolution of societies, promoted the social claim of teaching work and showed the contributions of the approach in the search for epistemological coherence for the professional performance of teachers.

Keywords: STS approach, Socio-Scientific Issues, didactic sequence, Epistemological coherence.

Introdução

O surgimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas últimas décadas do século XX (e sua aproximação à educação científica) trouxe como objetivos principais o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões por parte da cidadania e a construção de valores (Auler e Bazzo, 2001; López Cerezo, 1998; Martínez Álvarez, 2004; Membiela, 1997; Quintero, 2010; Santos e Mortimer, 2002). Assim, abriu-se caminho para a inserção de temas sociocientíficos nos processos educativos, promovendo ações sociais responsáveis a partir da análise de situações controversas de natureza ética e de problemas ambientais contemporâneos (Santos, 2011). Nessa inserção, a postura que o professor assume em sala de aula e seu modo de agir, influenciados por suas concepções e convicções, são fundamentais para possibilitar a construção de processos educativos mais críticos e significativos.

Consideramos que a conjunção entre as concepções dos professores e seus modos de atuar constituem seu perfil profissional, didático e epistemológico. Segundo Pizzato (2018), esse perfil responde a um conjunto de elementos regulatórios e dialéticos entre o "pensar" e o "fazer" dos docentes, mantendo uma relação entre princípios, teorias curriculares e ações acadêmicas. A autora explica que esse perfil docente está composto por cinco elementos principais relacionados entre si: metodologia, natureza e dinâmica do conhecimento, avaliação, relações humanas e conteúdos.

Em concordância com essa perspectiva, e com o objetivo de melhor compreender os aportes do enfoque CTS para a busca da coerência epistemológica do trabalho docente - ou seja, da coerência entre o pensar e o atuar dos professores -, discutimos neste artigo algumas particularidades do desenvolvimento da disciplina *Énfasis en didáctica: Abordaje de cuestiones sociocientíficas* (Ênfase em didática: abordagem de questões sociocientíficas), oferecida no contexto do programa de licenciatura em química da *Universidad pedagógica Nacional* da Colômbia, cujo eixo central foi a elaboração de sequências didáticas com enfoque CTS.

Enfoque CTS

O movimento CTS surge a partir de novas correntes de pesquisa na área de filosofia e sociologia, assim como de um incremento da preocupação e sensibilidade social e institucional sobre a necessidade de regulação pública dos processos tecnológicos e científicos. Tal movimento apareceu na década de 60 graças a grupos de ecologistas, pacifistas, feministas e acadêmicos universitários. Na década de 80 ampliou seu campo de impacto estendendo-se à educação secundária e começou a se consolidar como um movimento

internacional, gerando uma nova forma de ver a atividade tecnocientífica (Auler e Bazzo, 2001; Linsingen, 2007; López Cerezo, 1998; Membiela, 1997; Quintero, 2010; Santos e Mortimer, 2002).

O aspecto mais relevante na realização de estudos com enfoque CTS é o fato de apresentar a Ciência e a Tecnologia como processos ou produtos inerentes à sociedade, em que diferentes elementos não técnicos, como os valores, as crenças, as convicções pessoais, os interesses profissionais e as pressões econômicas, desenvolvem um papel decisivo na sua gênese e consolidação. Dessa forma,

As influências do movimento CTS reclamavam um ensino humanístico de Ciências, em oposição ao ensino elitista e tecnocrático, tendo a pretensão de superar o *estatus quo* da educação em Ciências e tecnologia, caracterizado pelo ensino conteudista e compartimentalizado das disciplinas científicas (Martínez Pérez, 2012, p. 12).

Apareceram, assim, novas e diversas propostas de Ciência escolar promovidas por diferentes elementos: a reavaliação da cultura ocidental e o papel da ciência escolar na sua transformação; a necessidade de uma educação política para a ação; a necessidade de trabalho interdisciplinar associado a problemas amplos e complexos; e uma nova demanda de preparação vocacional (Aikenhead, 2005).

Abordagem de Questões sociocientíficas

Como decorrência das propostas educativas com enfoque CTS, surgiu a Abordagem de Questões Sociocientíficas (AQSC) (Martínez Pérez, 2014). Consiste em estudar e discutir situações controversas reais que tem origem tecnocientífica e fortes implicações sociais e ambientais. Martínez Pérez (2014) descreve características desse tipo de questões: situações ou acontecimentos divulgados pela mídia; relacionam-se com problemas locais e globais; envolvem a formação de opiniões; provocam a tomada de decisão; enfrentam falta de informações e conhecimentos; relacionam-se com sustentabilidade; envolvem valores e raciocínio ético.

Desse modo, a AQSC tem sido considerada como uma estratégia efetiva para colocar em prática os pressupostos do movimento CTS em processos educativos, promovendo não apenas a aprendizagem de conteúdos científicos, mas o desenvolvimento de habilidades como a argumentação, o pensamento crítico, o raciocínio ético, a tomada de decisão e, conseqüentemente, a participação cidadã em ciência e tecnologia (Da Rosa e Strieder, 2018; Fernandes e Gouvêa, 2020; Martínez Pérez, 2012; Martínez Pérez, 2014; Mendes e Santos, 2013; Rodrigues e Martins, 2013).

Bases epistemológicas do enfoque CTS e da AQSC

“O ensino de Ciências, desde o século XV até os dias atuais, tem se pautado no paradigma cartesiano-newtoniano que favoreceu, por muito tempo, o materialismo, o racionalismo e uma visão fragmentada do mundo” (Souza e Gonçalves, 2011), assim como uma supervalorização das ciências “exatas”, subestimando todos os demais tipos de conhecimento. Essa concepção representa a Ciência como positivista, racional, neutra, asséptica, autônoma, inquestionável, baseada em um método único e infalível (Farias et al., 2012).

No entanto, no enfoque CTS, assim como na AQSC, apresenta-se uma concepção da Ciência diferente, pois os conteúdos de ensino "não podem se restringir à lógica interna das disciplinas científicas, valorizando exclusivamente o conhecimento de teorias e fatos científicos, mas sim, reelaborando-os com temas sociais relevantes" (Farias et al., 2012, p. 71). Nesse sentido, o enfoque "CTS pretende romper com o que chama de 'ensino de ciência pura' para aproximar-se do que passa a chamar de 'concepção CTS de ensino das Ciências', numa perspectiva de emancipação do conhecimento efetivado por cidadãos autônomos" (Souza e Gonçalves, 2011, p. 35). Isto é, promove-se que os conteúdos tenham maior significação para os alunos, de tal forma que estes possam tomar decisões em relação a situações que envolvem diferentes tipos de conhecimentos.

Dessa maneira, desde a perspectiva do enfoque CTS, busca-se relacionar as situações que estão sendo abordadas com os conhecimentos oferecidos por outras Ciências (Farias et al., 2012). Assim,

Vê-se a interligação da abordagem CTS com as bases do novo paradigma emergente das Ciências - **a Teoria da Complexidade** - e que tem como um de seus maiores expoentes, o Francês Edgar Morin. Para ele, o paradigma da modernidade está assentado no pensamento complexo, numa visão de totalidade científica (Holismo - visão da realidade, do mundo e do homem) que o conhecimento deve permear em contraponto à neutralidade e fragmentação do conhecimento do século XX" (Souza e Gonçalves, 2011, p. 34, grifo dos autores).

Portanto, mais do que fontes de conteúdos, as questões sociocientíficas "constituem-se instrumentos para uma leitura integrada do mundo a partir das ciências" (Farias et al., 2012, p. 72). Nesse sentido, defende-se a ideia de que é preciso mudar a visão que concebe o conhecimento científico como algo estável e seguro por uma visão do conhecimento como algo dotado de complexidade, que é mutável, adaptável a diferentes contextos e cuja natureza é incerta (Souza e Gonçalves, 2011).

Por outro lado, o enfoque CTS e a AQSC, não coincidem com a visão transmissiva e cumulativa do ensino, pois tal concepção enfatiza a memorização e o conteudismo, assim como atribui aos alunos um papel receptivo, deixando a responsabilidade da aprendizagem apenas aos professores (Farias et al., 2012). Ao invés disso, a partir do enfoque CTS são promovidas discussões que relacionam diversos aspectos e dimensões do conhecimento, instigando, a partir de um processo dialógico dentro da sala de aula, a circulação de diferentes concepções de mundo. As ideias dos estudantes são ouvidas, não apenas para a sua apreciação, mas para serem discutidas, analisadas, confrontadas com o discurso científico, ampliadas e reformuladas. Nessa prática dialógica, a ciência é assumida como uma construção humana em constante renovação, que resulta da atividade sociocultural, ganhando assim, maior sentido para a vida dos estudantes.

Percurso metodológico

A disciplina em análise, cursada por dois grupos (chamados aqui de Grupo 1 e Grupo 2), nos quais participaram estudantes de últimos semestres do programa de licenciatura em química, contemplou atividades como: estudos teóricos, debates e discussões na sala de aula, prática de

atividades escolares, elaboração de textos acadêmicos, exposições e aplicação das propostas em instituições educativas, entre outras.

Reflexões decorrentes desse processo formativo e das produções acadêmicas dos professores em formação inicial (PFI) foram analisadas por meio de Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes e Galiazzi, 2016). Os registros que compuseram o *corpus* de análise foram: i) Documentos finais de sete sequências didáticas; ii) Áudios de seis entrevistas semiestruturadas realizadas com os PFI no final do processo; iii) Dois diários de pesquisa (um para cada grupo) elaborados a partir das reflexões do pesquisador/colaborador, autor principal deste artigo.

Os temas abordados como eixo central das sequências didáticas analisadas são apresentados no Quadro 1.

Sequência	Tema
A	Governança da água
B	Segurança alimentar
C	Território
D	Pulverização de glifosato
E	Urbanização da reserva florestal Thomas Van Der Hammen
F	Uso de Anti-inflamatórios não Esteroides (AINE)
G	Consumo de alimentos transgênicos na Colômbia.

Quadro 1 - Temas abordados nas sequências didáticas analisadas.

A análise ficou constituída por etapas recursivas: 1. Divisão dos textos e áudios em fragmentos de interesse denominados unidades de significado; 2. Redação de frases descritivas para cada unidade de significado; 3. Categorização inicial das unidades por semelhança de significados; 4. Redação de parágrafos interpretativos para cada categoria inicial; 5. Categorização intermediária reunindo categorias iniciais e seus elementos; 6. Redação de parágrafos argumentativos para cada categoria intermediária; 7. Categorização final reunindo categorias intermediárias; 8. Construção do metatexto, completando e organizando os textos parciais.

Todos os fragmentos de registro literais apresentados nos resultados, foram traduzidos da língua espanhola ao português e aparecem identificados por meio de um pseudônimo (no caso de comentários dos participantes)(ver Quadro 2) ou com uma letra (no caso de fragmentos das sequências didáticas de acordo com os temas apresentados anteriormente) e um código que contém: a origem do registro (Sequência didática, Entrevista ou Diário de pesquisa) e dois números separados por ponto e vírgula (que correspondem ao número de documento analisado e ao número de unidade de significado desse documento, respectivamente) como se mostra na Figura 1. Cabe esclarecer que alguns fragmentos literais (provenientes principalmente das entrevistas), que continham desacertos ou distorções de linguagem devido à intermitência do discurso falado, foram corrigidos.

A seguir, apresentamos os resultados do processo analítico por meio do metatexto construído a partir das duas categorias finais emergentes: Contribuições Formativas para a Docência a partir da construção de propostas didáticas com enfoque CTS; Rumo à Coerência Epistemológica do Trabalho Docente.

Pseudônimo	Tipo de participante
ADRIANA	Professora em formação Inicial
ÂNGELA	Professora em formação Inicial
GLORIA	Professora em formação Inicial
JORGE	Professor em formação Inicial
MARTHA	Professora em formação Inicial
NUBIA	Profa. Formadora
RODOLFO	Professor em formação Inicial
PESQUISADOR	Prof. Pesquisador/colaborador

Quadro 2 - Pseudônimos designados para os participantes cujos comentários foram analisados.



Figura 1 - Exemplo de código empregado para citação dos participantes.

Resultados e discussão

Expomos, em um primeiro momento, as contribuições para a formação dos PFI observadas durante o processo de construção e aplicação das sequências didáticas. Em seguida, discutimos a importância de aspectos como a experiência e a identidade docente para a transformação das práticas em sala de aula. E, posteriormente, analisamos relações entre o processo desenvolvido, o enfoque CTS e algumas concepções epistemológicas das práticas educacionais, entendendo este vínculo, como uma oportunidade de profissionalização docente.

Categoria 1. Contribuições formativas para a docência a partir da construção de propostas didáticas com Enfoque CTS

A produção de sequências didáticas, apesar de ser um processo que, comparado com o planejamento de aulas exclusivamente expositivas, exige maior diligência e esforço por parte dos docentes, traz contribuições formativas e práticas para seu exercício profissional. O planejamento de atividades coerentemente sequenciadas promove um melhor aproveitamento do tempo e dos espaços educativos. Além disso, esse planejamento, pensado e executado especificamente para determinada população, provê resultados mais significativos para os estudantes e para a transformação do seu entorno.

Na aula tradicional você percebe que o professor diz o que têm que ser feito e só... fica limitado a isso... mas quando trabalhamos numa sequência de ensino, fazemos outro tipo de atividade que não as tradicionais, ou, digamos, o estudante também tem participação e se sente incluído nesse tipo de espaços (ADRIANA-ENTREVISTA-11;9).

No nosso caso, o processo de desenho curricular, baseado em princípios como a autonomia docente e o trabalho participativo, trouxe contribuições

para o futuro profissional dos PFI. Nesse sentido, as propostas didáticas e as declarações dos PFI, apontam, entre outros aspectos, para a necessidade de superar problemas do ensino das ciências que, há algumas décadas, estão sendo constatados no nosso sistema educativo: a ausência de processos investigativos, a falta de sentido do conhecimento científico para os alunos e o caráter apolítico dos processos de ensino-aprendizagem, entre outros. Nos seguintes registros se evidencia a intenção dos PFI em contribuir para a superação de tais problemas:

...desenvolvimento de habilidades investigativas, tais como procura, classificação e análise de informação, formulação de hipóteses, assim como trabalho em equipe no campo experimental. Com os debates propostos, procura-se desenvolver as destrezas argumentativas dos estudantes (F-SEQUÊNCIA-8;9).

...procura-se que os estudantes outorguem sentido ao conteúdo de química [...] Isto ajudará o aluno na reflexão e na tomada de decisões fundamentadas (F-SEQUÊNCIA-8;10).

...resolver uma problemática muito forte que eu vejo que é o caráter apolítico dos cidadãos... e particularmente dos jovens, ou seja, essa apatia que existe pela política, pelas questões de atualidade, pela história mesma... (RODOLFO-ENTREVISTA-12;2).

Como os processos de formação com enfoque CTS estão vinculados com aspectos sociopolíticos, baseiam-se na pesquisa e visam o envolvimento dos estudantes, consideramos que a educação CTS é fundamental para superar cada um dos problemas do ensino de ciências citados anteriormente, permitindo que o estudante tenha maior participação e vá além do conhecimento disciplinar.

Também entendemos que, a partir da construção de sequências didáticas com enfoque CTS, é possível trabalhar aspectos do desenvolvimento pessoal e social que, tradicionalmente, foram descartados de um sistema escolar baseado na repetição e memorização de conteúdos conceituais.

A dimensão emocional do ser, por exemplo, é um dos aspectos que atualmente precisa ser trabalhado pela cidadania, pois muitas das tragédias sociais que observamos diariamente têm a ver com a carência de controle emocional dos indivíduos, a intolerância e a falta de respeito, entre outros. Nesse sentido, atender essas questões constitui uma responsabilidade profissional dos docentes, com o fim de melhorar as relações interpessoais e o papel de cada indivíduo na sociedade. Para Ángela, o papel do professor implica, em parte, atuar como orientador emocional de seus estudantes:

a gente sempre vai encontrar estudantes que têm algum problema emocional e... bem, de fato, a gente também tem, então... acredito que seja necessário [...] atuar encarando isso (ENTREVISTA-14;5).

Rodolfo indicou que abordar esse tipo de situações faz parte das nossas funções:

É fundamental formar pessoas com uma inteligência emocional, inteligência... sentimental, porque... normalmente se diz que isso não corresponde aos professores de ciência. Acredito que como professores, de um modo geral, devemos ter certa preocupação com

essas questões. É uma problemática real que está afetando a nossa sociedade, quer dizer, não temos inteligência emocional...(ENTREVISTA-12;7).

Os PFI demonstraram, assim, ter consciência da sua responsabilidade social ao assumir sua prática como instrumento de transformação de realidades. E consideram, também, que "os indivíduos devem relacionar os conhecimentos científicos com as problemáticas sociais para perceberem sua posição em situações específicas" (E-SEQUÊNCIA-7;6). Entendem que "criar uma atmosfera que convide todos a desenvolver sua capacidade cognoscente para pesquisar e construir sua aprendizagem e, assim, ser partícipes das problemáticas sociais" (B-SEQUÊNCIA-2;2) deve ser um dos nossos principais objetivos. Portanto, nossa prática profissional "deve ser um exercício que incida naquilo que pensam os estudantes... em como será a participação deles no contexto em que se encontram" (ÁNGELA-ENTREVISTA-14;4).

Nesse sentido, nossos projetos educacionais podem ser orientados para criar um impacto social em nossas instituições e comunidades, pois os conhecimentos dos estudantes, construídos a partir de suas experiências, junto com os conhecimentos adquiridos na academia, geram maiores oportunidades de participação social, maior democratização da Ciência e da Tecnologia (Da Rosa e Strieder, 2018). A escola, como espaço em que se constrói conhecimento, deve ser, também, promotora de transformações.

Isso é possível a partir do compromisso dos atores sociais e educacionais (professores, alunos, funcionários e vizinhos) que permita "propor soluções e participar na resolução de problemas imediatos que afetam a vida cotidiana, utilizando, com sentido crítico e responsável, os conhecimentos a respeito dos impactos da intervenção humana no seu ambiente" (A-SEQUÊNCIA-1;9). Isto é, que se apropriem da "tomada de decisões a partir de uma postura crítica que permeie os diferentes âmbitos sociais, políticos, econômicos e culturais nos que se encontram imersos" (G-SEQUÊNCIA-9;6). Da mesma forma, a participação na transformação do meio fortalece o papel e a identidade do professorado trazendo, conseqüentemente, a valorização da profissão (Moreno-Rodríguez e Del Pino, 2019).

No caso das sequências didáticas construídas dentro da disciplina, é possível observar que um dos objetivos principais foi potencializar o desenvolvimento de habilidades para a participação e a transformação do meio. Aspectos como a conscientização, o desenvolvimento do pensamento crítico e a ação cidadã foram mencionados frequentemente nas propostas. Tais evidências indicam que o propósito central traçado pelos PFI ficou estreitamente relacionado com a promoção da participação cidadã, visando o ativismo, pois propuseram-se relações entre o pensamento científico, o pensamento político, a construção de valores e a interdisciplinaridade.

É possível confirmar essa ideia, se compararmos as propostas e comentários dos PFI com a escala elaborada por Simonneaux (2014) para caracterizar processos educacionais entre dois extremos possíveis, o primeiro mais estático ou "frio", e o segundo, mais dinâmico ou "quente" (ver Figura 2).

Nessa escala, o extremo "frio" envolve propostas baseadas em motivar os estudantes a aprenderem conceitos científicos, ou mesmo para convencê-los do valor da tecnociência. No extremo "quente" o foco do ensino vai além do propósito de desenvolver o conhecimento conceitual, trata-se de fomentar compromissos de ação entre os estudantes, isto é, promove-se o ativismo. Entre os dois extremos da escala, um leque de possibilidades educativas pode ser apresentado na procura pelo desenvolvimento do pensamento crítico. Em nosso caso, consideramos que as propostas construídas pelos PFI ficaram mais próximas do extremo "quente", pois promoveram a ação cidadã por meio de aspectos fundamentais como a contextualização e a participação.

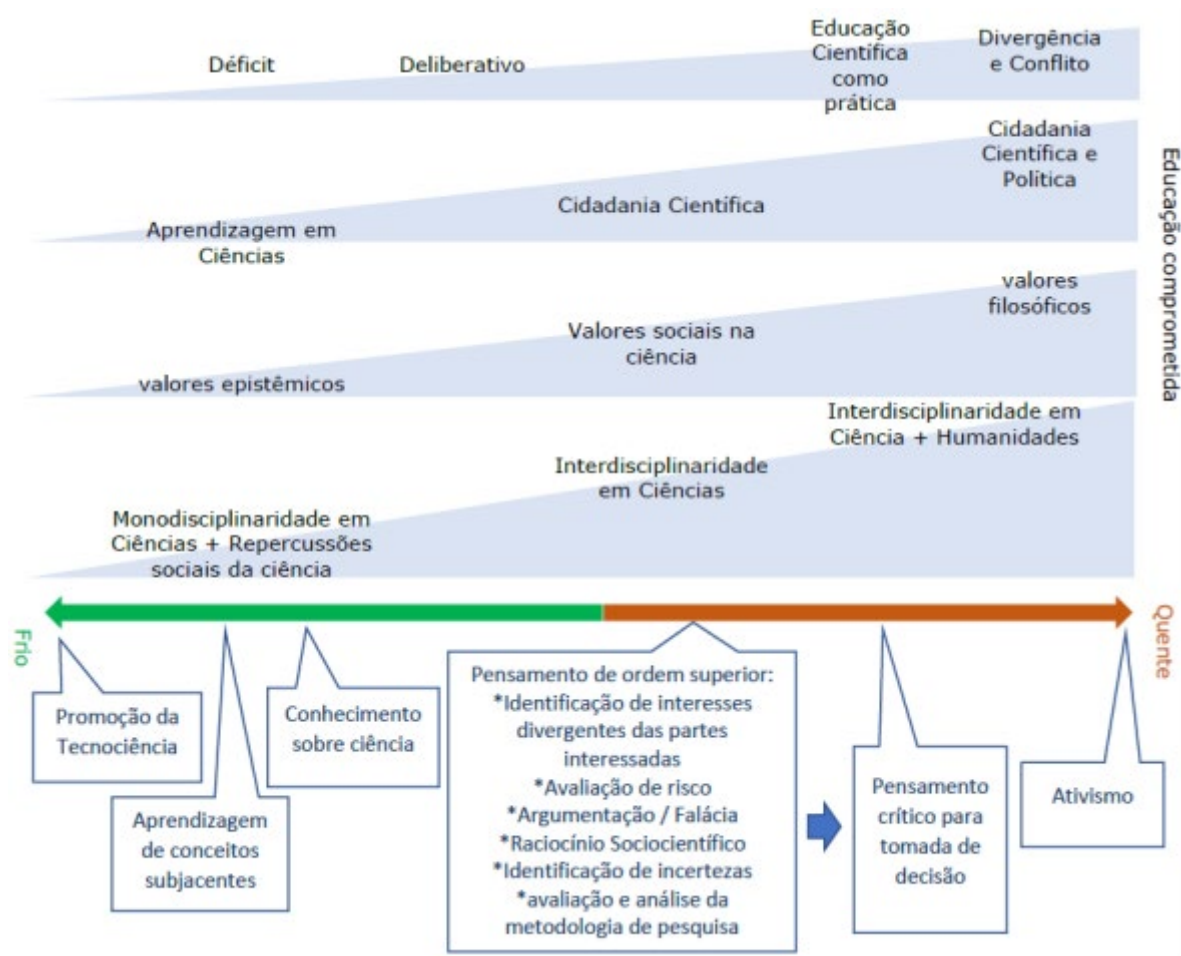


Figura 2 - Escala de ativismo em processos educacionais. Fonte:(Simonneaux, 2014, p. 8, tradução nossa).

A abordagem das situações e das problemáticas do meio escolar ou da comunidade foi o ponto de partida das propostas, contemplando a reflexão intelectual a respeito dos direitos e deveres de cada ator social, suas responsabilidades e suas oportunidades de intervenção. Por exemplo, estudar aspectos geopolíticos e sociais no ensino das ciências naturais permite uma maior aproximação dos estudantes ao conhecimento de sua própria realidade, e, conseqüentemente, maiores contribuições pessoais para a sociedade. Por esses motivos, a contextualização é um dos pilares do enfoque CTS, já que procura incidir favoravelmente nos processos formativos da população para sua autotransformação (Santos 2007; Santos

e Schnetzler, 2010; Wartha, Silva e Bejarano, 2013). Assim, os conteúdos abordados na escola adquirem maior significação, maior transcendência.

Para esse fim, é importante a aproximação do professor com o contexto de seus estudantes, o conhecimento que possui a respeito deles, da sua situação, seus objetivos, suas expectativas. Essa é uma condição básica necessária para alcançar a contextualização do ato educativo. A partir de dito conhecimento, é possível o surgimento de novas ideias e possibilidades de intervenção, bem como de estratégias didáticas e projetos acadêmicos.

Dentro das propostas didáticas dos PFI foi possível observar a constante intenção de conhecer o contexto, contemplando as diferentes características das instituições educativas nas quais seriam aplicadas as sequências e as diversas problemáticas das comunidades vizinhas. Assim, foi possível orientar as atividades para a abordagem de cada contexto específico. Por exemplo, a sequência D planejou-se para uma instituição e região específicas em que os estudantes e suas famílias estavam envolvidos em uma problemática sociocientífica sobre a qual ainda existe desinformação e desconhecimento dentro da própria comunidade:

A proposta tem como finalidade contribuir com o desenvolvimento da habilidade argumentativa de dezesseis estudantes de 11º série [...] a partir da controvérsia gerada pelo uso do glifosato como meio para a erradicação de cultivos ilícitos e o que isso implica para a saúde humana (SEQUÊNCIA-5;1).

Outro exemplo foi a sequência E, fundamentada no estudo de uma problemática da atualidade, relacionada com diferentes dimensões do avanço social, nesse caso específico, da cidade de Bogotá. Fatores políticos, econômicos, ambientais e científicos foram considerados na construção da proposta. O objetivo principal da sequência didática foi:

Favorecer habilidades de pensamento analítico, de pensamento sistêmico, de pensamento crítico e a tomada de decisões por meio do ensino dos ciclos biogeoquímicos (ciclo da água, nitrogênio, enxofre, oxigênio e carbono) relacionados com a incidência ecológica diante de uma controversa edificação na reserva ambiental protegida Thomas Van Der Hammen (SEQUÊNCIA-7;1).

Reafirmamos, portanto, que a contextualização, a partir da perspectiva CTS, consiste em abordar temas e/ou problemáticas atuais do meio com o objetivo de produzir novos conhecimentos e reflexões críticas a respeito de tais situações, favorecendo a formação integral dos estudantes e a tomada de decisões. A contextualização constitui-se como uma estratégia de empoderamento cidadão para o desenvolvimento do pensamento crítico como fator determinante para a ação da cidadania.

Alguns exemplos desse propósito, foram apresentados nas sequências D e E:

...conhecer o envolvimento social do assunto permitirá aos estudantes desenvolverem uma postura com pensamento crítico que convidará a tomar decisões que poderão torná-los partícipes do seu contexto (D-SEQUÊNCIA-5;3).

Dentro do desenvolvimento atitudinal da proposta, tem-se como

referência a tomada de decisões, com o fim de promover estilos de pensamento crítico e analítico referidos a problemáticas contextualizadas com o ambiente (E-SEQUÊNCIA-7;3).

Rodolfo reforça essas ideias argumentando:

Mais do que formar pessoas em ciências, é necessário formar indivíduos, formar pessoas com caráter moral, com caráter ético e... na sociedade em que estamos é indispensável formá-los com caráter crítico [...] O papel do professor é trabalhar esses conhecimentos em ciência e, além disso, ajudar para que os futuros cidadãos políticos tenham um critério de pensamento (ENTREVISTA-12;5).

Isto é, a participação dos cidadãos deve ser fomentada a partir de situações que relacionem aspectos tecnocientíficos e ambientais para poder melhorar suas próprias condições de vida:

Há necessidade de fomentar campanhas educativas nas quais a comunidade seja um ator social determinante para controlar os fatores que influenciam na qualidade de vida que eles têm e, por sua vez, conheçam temáticas determinantes no cuidado de ecossistemas e da saúde da comunidade de um modo geral (A-SEQUÊNCIA-1;2).

Portanto, espera-se que a partir da análise de seu próprio contexto, os estudantes possam desenvolver habilidades que permitam interpretar fenômenos, argumentar suas ideias e realizar propostas para enfrentar situações problema.

Nas propostas dos PFI foi possível evidenciar tais finalidades. Por exemplo, na sequência A, o tema proposto surgiu a partir da perspectiva da governança da água e não apenas em relação às fontes hídricas ou simplesmente do tema "água". Isso indica que há uma sensibilização e reconhecimento por parte dos PFI da necessidade de abordar aspectos sociais contextualizados, ligados a conhecimentos científicos e tecnológicos para promover a participação da comunidade.

Em suma, a abordagem de ciência e tecnologia em todos os níveis educativos torna-se mais produtiva quando é realizada para resolver necessidades socioambientais do contexto em que se está imerso. Por esse motivo, nós, professores de ciências, não podemos ser indiferentes diante das condições de vida das pessoas que integram nossas comunidades acadêmicas. Um processo educativo não consiste somente em transmitir informações, mas em promover transformações.

Categoria 2. Rumo à Coerência Epistemológica da Prática Docente

Contemplando as ideias expostas na categoria anterior é possível pensar na necessidade de estabelecimento de uma conexão lógica entre os fundamentos teóricos das práticas escolares e sua concretização, de tal forma que respondam a essa necessidade de transformação social e cultural. Essa conexão deve contemplar a articulação entre: objetivos de formação; estratégias didáticas para o entendimento da natureza do conhecimento científico; estratégias para a aprendizagem; ferramentas lúdicas; situações motivacionais e modalidades de avaliação.

O vínculo adequado entre tais aspectos, pode conduzir os professores em direção à coerência epistemológica de sua prática profissional, situação que,

segundo a nossa perspectiva, pode ser alcançada por meio dos fundamentos do enfoque CTS e sua aplicação. Isto é, permitir aos professores ter maior consciência da forma em que o conhecimento é construído, de como esse conhecimento é assimilado, das implicações do seu trabalho e, em consequência, maior convicção para colocar em prática suas ideias e propostas acadêmicas. Por esse motivo, analisamos a seguir esses aspectos dentro do desenvolvimento da disciplina e da construção das sequências didáticas.

Questionamentos para orientar o planejamento de sequências didáticas

Durante a construção das sequências didáticas surgiram diferentes questionamentos por parte dos PFI a respeito dos conteúdos e temas que iriam abordar em sala de aula, ou seja, não pretendiam organizar sua prática exclusivamente a partir de listas preestabelecidas de conteúdos, mas abordar temas ou tópicos que fizessem sentido para seus estudantes. Durante o processo de planejamento e construção de suas propostas, pensaram em algumas questões que, ao serem analisadas e respondidas, constituíram a base de estruturação teórica das sequências didáticas. Alguns desses questionamentos foram:

O que ensinar? (D-SEQUÊNCIA-5;2).

Por que ensinar determinado tema ou conteúdo? (E-SEQUÊNCIA-7;4).

Para que queremos que seja aprendido? (B-SEQUÊNCIA-2;3).

Como ensinar? (F-SEQUÊNCIA-8;4).

Como e quem avaliar? (G-SEQUÊNCIA-9;7).

Isto quer dizer que, durante o processo, foi aberto um espaço reflexivo conduzido por perguntas que orientaram, conseqüentemente, a proposição de atividades. Além disso, essa reflexão fez com que os PFI levassem em conta o contexto de aplicação, os objetivos de ensino-aprendizagem e os procedimentos a realizar. Nessa lógica, sua postura epistemológica se afasta das concepções positivistas e tradicionalistas de inícios do século XX, que propõem uma ênfase exagerada na formalização da linguagem científica em detrimento de seu valor semântico (para dar sentido ao mundo), pragmático (adequado ao contexto) e retórico (buscando o convencimento da audiência) (Amador Rodríguez e Adúriz-Bravo, 2011).

Teorização das propostas didáticas

A teorização das propostas, assim como do próprio ato educativo, foi um dos aspectos de maior importância dentro do desenvolvimento da disciplina e na proposição de atividades. A dedicação horária para o fortalecimento teórico foi ampla e o esforço dos PFI foi destacável, tanto na descrição dos assuntos ou temas a serem abordados nas sequências, como na própria aplicação destas. "É importante ter uma boa descrição do problema geral a ser estudado, que permita estruturar de forma sequencial e organizada todas as atividades com o objetivo de solucioná-lo" (PESQUISADOR-DIÁRIO-16;39).

Os fundamentos teóricos dos documentos finais de cada proposta mostraram registro disso. Por exemplo, a sequência didática A apresentou uma fundamentação teórica ampla e relevante organizada em dois segmentos: fundamentos disciplinares (governança da água, ácidos e

bases, aspectos microbiológicos) e fundamentos didáticos (enfoque CTSA, andragogia, contexto de aplicação). Essa fundamentação, apesar de não ter sido redigida de forma completamente autoral pelos PFI, e de ser exibida em segmentos, representa a importância de estabelecer uma estrutura teórica sólida em diferentes dimensões (tanto a nível conceitual e procedimental, como atitudinal), integrando todos os aspectos e situações que podem estar envolvidos em determinada problemática ou tema.

De acordo com Siso e Cuéllar (2017, p. 22):

Os conteúdos devem ser tratados de forma relacionada para compreender os problemas e dificuldades que se apresentam no momento de ensinar os conceitos científicos, além de sua transformação histórica e sua validação. Isso é possível por meio de uma formação epistemológica e histórica das ciências, que reduza aspectos problemáticos como a visão de ciência como dogma, a ausência de relações ciência, tecnologia e sociedade (CTS), a falta da dimensão humana da ciência.

Por outra parte, os objetivos propostos nas sequências também possuem um papel importante para um desenvolvimento favorável das mesmas. Na sequência E, por exemplo, estes foram elaborados a partir da própria teoria utilizada. Os PFI explicam no documento: "esta proposta tem como objetivo o desenvolvimento dos três tipos de competências" (E-SEQUÊNCIA-7;2), referindo-se ao desenvolvimento do pensamento analítico, do pensamento crítico e da tomada de decisões.

Questionamentos para orientar atividades de aprendizagem

Da mesma forma em que a estrutura teórica das sequências foi construída por meio de perguntas, as atividades que as compõem também foram orientadas por meio de questionamentos que procuraram articular: conhecimentos curriculares, o contexto e a reflexão a respeito de problemáticas ou controvérsias sociocientíficas. Por exemplo, a sequência C propôs algumas perguntas orientadoras aos participantes:

1. Quais cultivos existem nos setores agrícolas de *Ciudad Bolívar*?
2. O quê podemos cultivar em *Ciudad Bolívar*?
3. Que fatores intervêm na contaminação do solo?
4. Por que são observadas diferentes colorações em alguns terrenos de cultivo?
5. Por que você acha que não são cultivados os seguintes alimentos nessa região?
 - a) cana-de-açúcar
 - b) batata
 - c) banana [...]
6. Considerando a qualidade e o tipo de solo, como pode descrever o processo de cultivo? (SEQUÊNCIA-4;5).

Igualmente, a sequência G trouxe perguntas para guiar o trabalho dos estudantes:

1. Considera pertinente o consumo de alimentos transgênicos em seu lar e/ou instituição educativa?
2. Você acha que o consumo de alimentos transgênicos gera alguma

incidência no organismo do ser humano?

3. Qual a sua posição em relação aos alimentos transgênicos e orgânicos? (SEQUÊNCIA-9;12).

Observando esses questionamentos, é possível perceber uma relação direta com assuntos preponderantemente sociocientíficos. Isso aproxima as propostas dos PFI a escolas epistemológicas tais como o racionalismo crítico, proposto por Karl Popper, à nova filosofia das ciências de Thomas Kuhn, ou às propostas de Imre Lakatos e Steven Toulmin, entre outros, que se ocupam dos fatos sociais da ciência, tratando assuntos tais como: o progresso; a comunidade científica; a contextualização sociocultural (Amador Rodríguez e Adúriz-Bravo, 2011).

Problematização

O uso desses questionamentos, sem dúvida alguma, nos faz abordar a problematização como um aspecto fundamental utilizado pelos PFI para instigar o envolvimento dos estudantes, promover o interesse em sala de aula e obter alternativas de solução para os problemas propostos. É o caso da sequência A, a qual sugeriu uma primeira aproximação com os alunos por meio da realização de questionamentos focados na contextualização:

Para iniciar a aula e esclarecer os passos a seguir durante a atividade, é realizada uma contextualização por meio de perguntas orientadoras como: [...] O que é governança? O que são águas paradas? Por que pode ser contaminada a água? O que é potável e pura? etc. para isso são consideradas três problemáticas principais em torno da contaminação da água das fontes hídricas na localidade e dos tratamentos de qualidade que são realizados para obter a água potável que é oferecida aos habitantes da mesma (SEQUÊNCIA-1;5).

Na sequência E, a problematização inicial contemplou uma contextualização sociogeográfica e uma teorização disciplinar, além da descrição da problemática e das controvérsias associadas existentes:

Contextualização e sensibilização dos estudantes na problemática. Desenvolvimento de uma consulta teórica em grupos, segundo:

1. Importância das zonas ambientais protegidas nos ecossistemas da Colômbia e, particularmente, de Bogotá.
2. Consequências ambientais pela edificação de casas em espaços ambientais protegidos.
3. Desequilíbrio ambiental e deterioração dos ecossistemas causados pela edificação de casas (tipificação e exemplificação).
4. Importância dos ciclos biogeoquímicos e incidência nos ecossistemas urbanos.
5. Contextualização geográfica, ambiental e social da reserva Thomas Van Der Hammen.
6. Controvérsias referentes aos danos em zonas ambientais protegidas em Bogotá (SEQUÊNCIA-7;7).

Do mesmo modo, na sequência B pretendeu-se partir da contextualização e problematização da temática, passando pela análise conceitual para chegar à tomada de consciência e à reflexão (Quadro 3).

CONTEÚDO CONCEITUAL	ATUAÇÃO	OBJETIVO DE APRENDIZAGEM	ATIVIDADE
Nutrição	Caracterizar Reconhecer	Relacionar os pratos típicos colombianos com a localização geográfica	Qual a origem dos alimentos típicos que comemos? Caracterização dos pratos típicos colombianos de acordo com a localização geográfica
Macromoléculas (proteínas, lipídeos, carbo-hidratos) - Generalidades de cada tipo de macromoléculas - Identificação qualitativa e quantitativa	Contextualização	Caracterizar alguns pratos típicos segundo seu aporte nutricional, de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes Classificar os componentes dos pratos de acordo com o tipo de macromolécula	Torresmo, salsicha, arroz... espere! São saudáveis? Análise dos pratos típicos colombianos de acordo com sua composição
	Classificar		
	Socializar	Analisar as provas de identificação de macromoléculas	Um alimento pode ser saudável ou supercarregado de macromoléculas? Apresentação de vídeo sobre determinação quantitativas e qualitativas de macromoléculas
	Conscientizar Refletir	Refletir acerca dos conteúdos nutricionais dos alimentos, considerando os conceitos de proteína, lipídeo e carbo-hidrato e sua importância para a saúde	Então... quão saudáveis são os pratos típicos do nosso país? Reflexão final

Quadro 3 – Fragmento da SEQUÊNCIA-2;5

Assim, é possível notar que, em geral, a problematização dos assuntos a serem abordados foi proposta de forma introdutória, isto é, foi apresentada, com maior frequência, no início das atividades. Isso indica – também ficou exposto na estrutura completa das sequências didáticas – uma aproximação teórica entre as concepções dos PFI e a dinâmica de “os três momentos pedagógicos” descrita por Delizoicov com base em critérios epistemológicos propostos por Ludwik Fleck, principalmente a respeito da categoria “circulação de ideias” (Muenchen e Delizoicov, 2014).

A dinâmica está composta pelas seguintes etapas:

Problematização inicial: Apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam, relacionadas com os temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor aquilo que acham sobre tais situações, a fim de que o professor comece a saber o que eles pensam [...]

Organização do conhecimento: Momento no qual, sob a orientação do professor, são estudados os conhecimentos de física necessários para o entendimento dos temas e da problematização inicial.

Aplicação do conhecimento: Momento destinado a abordar

sistematicamente o conhecimento adquirido pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais, que determinaram seu estudo, como outras que, embora não se encontrem diretamente relacionadas ao momento inicial, possam ser compreendidas a partir do mesmo conhecimento (Muenchen e Delizoicov, 2014, p. 620, grifo dos autores).

Concepções e ideias prévias dos estudantes

Como é possível observar nos “três momentos pedagógicos”, as ideias, as experiências e os conhecimentos prévios dos estudantes tem um lugar crucial na procura por novos entendimentos e aprendizagens. Essa mesma importância foi atribuída por parte dos PFI às ideias dos alunos em suas sequências didáticas. Os enquadramentos teóricos, os objetivos, as atividades propostas nas sequências e demais registros analisados, demonstram a intencionalidade de conseguir que os estudantes se questionem a respeito de suas próprias ideias.

De fato, a realização ampla de perguntas foi uma das estratégias empregadas para atingir esse propósito. No diário de pesquisa foi registrada essa situação: “o conhecimento prévio dos estudantes tem um papel destacado no desenvolvimento das sequências, e os futuros professores, a partir de perguntas, procuram que os alunos expressem esse saber” (PESQUISADOR-DIÁRIO-16;57).

Como exemplo, na sequência G, ficou evidente a especial importância atribuída à experiência dos estudantes:

As perguntas orientadoras desse recurso são focadas em determinar que tipo de hábitos alimentícios têm os estudantes e quais ideias poderiam ter da procedência e o tratamento a que são submetidos os alimentos do seu consumo diário, por exemplo no restaurante da instituição (frutas, verduras, legumes, comidas rápidas, etc.) (SEQUÊNCIA-9;9).

Do mesmo modo, as contribuições realizadas pelos estudantes segundo suas experiências, conhecimentos e ideias prévias foram um dos aspectos destacados durante a retroalimentação posterior à aplicação das atividades nas escolas: “os alunos contribuíam com conhecimentos empíricos na aula, graças a sua experiência e origem (camponeses)” (ANÔNIMO-DIÁRIO-16;64).

Tais circunstâncias, articuladas com o caráter social e coletivo do enfoque CTS, denotam a presença de uma visão pós-construtivista a respeito dos processos de aprendizagem por parte dos PFI, pois as ideias prévias dos estudantes, contempladas como oportunidades de aprendizagem, em conjunto com o tratamento das interações entre o sujeito, a realidade e os outros são fundamentais para quem aprende. Isto é, a partir dessa perspectiva, são contempladas, além da dimensão cognitiva, outras dimensões do desenvolvimento do pensamento: a dramática (que se ocupa das interferências do inconsciente) e a social (Grossi, 2000).

Segundo relata Homen (2013, p. 20):

As bases do pós-construtivismo são fundamentadas em alguns pressupostos teóricos, principalmente em Piaget (1896-1980), que

trata do papel da ação na aprendizagem, em Vygotsky (1896-1934), mostrando que o sujeito é social e se constitui por meio da linguagem, e em Wallon (1879-1962), que concebe o ser humano como geneticamente social. Outros autores, a partir desses já citados, apresentam aprofundamento teórico: Dienes (1916), tratando a respeito de um sujeito que brinca, apresenta etapas da aprendizagem em matemática; Pain (1931), atribuindo à ignorância um papel na aprendizagem; Vergnaud (1933), tratando a respeito de um sujeito operativo, apresenta a aprendizagem em campos conceptuais; e Grossi (1936), trazendo a teoria de que todos podem aprender.

Experimentação no enfoque CTS

Por outra parte, as atividades experimentais também tiveram um espaço importante na articulação das sequências didáticas. Elas procuraram, além da construção de conhecimentos científicos, desenvolver habilidades procedimentais, de pensamento crítico, de pesquisa, e promover o interesse dos estudantes.

Algumas dessas atividades experimentais foram testadas no laboratório por parte dos PFI do grupo 1, durante o desenvolvimento da disciplina:

Práticas de laboratório 1:

1. Meu corpo como território: índice de massa corporal e percentual de gordura.
2. Importância dos compostos orgânicos nos alimentos.
3. Caracterizando alimentos típicos colombianos.
4. Território: pH em amostra de solo.
5. Água: elaboração de escala de pH. (PESQUISADOR-DIÁRIO-16;15).

Práticas de laboratório 2:

1. Medidas e índices antropométricos.
2. Parâmetros de qualidade da água (oxigênio dissolvido e condutividade).
3. Determinação de proteínas (Kjeldahl) – segurança alimentar.
4. Provas de solos – argiloso e arenoso etc.
5. Segurança alimentar: determinação da umidade dos alimentos (PESQUISADOR-DIÁRIO-16;35).

Os PFI do grupo 2, também abriram um espaço importante na estrutura de suas sequências didáticas para a experimentação. Por exemplo, a sequência D propôs uma prática experimental que consistiu em determinar “o efeito de inibição de crescimento e murchamento de plantas por uso de herbicidas” (D-SEQUÊNCIA-5;7). Essa atividade, além de propor o estudo de aspectos disciplinares e promover o desenvolvimento de habilidades procedimentais, promoveu também a análise de uma alternativa de intervenção e solução para a problemática trabalhada.

Por sua vez, na sequência E foi proposto um experimento para determinar “os padrões físico-químicos de percentuais de nitrogênio, de sulfatos, de matéria orgânica e a demanda bioquímica de oxigênio nas amostras tomadas da reserva e das zonas edificadas” (E-SEQUÊNCIA-7:9).

E a sequência G em matéria experimental propôs:

...uma atividade a partir da horta da escola, pois é um espaço vital onde o trabalho grupal fortalece os processos de ensino e aprendizagem. Esse espaço ajuda a compreender o processo que têm os alimentos desde sua germinação até o ponto em que eles podem ser consumidos, e com base nisso, podem ser comparadas as diversas procedências dos alimentos (SEQUÊNCIA-9;5).

Ao analisar os objetivos e orientações dessas práticas experimentais, é possível perceber que sua proposição foi originada afastando-se do paradigma comprobatório, no qual a única finalidade da experimentação é comprovar a teoria. Diferentemente, as práticas propostas nesse caso, procuraram produzir aprendizagens por meio da experiência e contribuir para os estudantes obterem uma melhor perspectiva do contexto. Tratou-se, em outras palavras, de:

Reconhecer a importância e a validade das práticas experimentais na constituição da ciência, sua função independentemente da teoria ou em equilíbrio com ela e seu papel para além do verificacionismo ou falsificacionismo [...] (García e Estany, 2010, p.11).

Por outra parte, a experimentação traz a oportunidade de desenvolver o pensamento por meio da ação, permite ir além da dualidade entre corpo e cognição. Dessa maneira, promove diferentes formas de atuar a partir de uma linguagem especial, estabelecendo uma fusão entre natureza e cultura. As propostas experimentais dos PFI aproximaram-se dessa perspectiva, pois contemplaram aspectos individuais e sociais, econômicos, políticos, ambientais, éticos e conceituais, mostrando um entendimento da ciência como uma atividade cultural.

Saídas de campo com enfoque CTS

A partir de uma perspectiva similar, os PFI apresentaram, dentro das suas propostas, valorização e interesse pela realização de saídas de campo. Eles consideraram, segundo os registros analisados, que esse tipo de atividade permite construir conhecimentos de forma vivencial, consolidar aprendizagens, obter dados, informações e amostras para a realização de atividades posteriores, além de proporcionar uma aproximação ao contexto real do tema ou problemática em estudo.

Nesse sentido, as sequências E e G propuseram:

Visita à reserva Thomas Van Der Hammen: A visita à reserva constitui-se como parte das atividades de contextualização, já que o estudante tem a oportunidade de vivenciar a problemática no seu próprio contexto e evidenciar os pontos tratados, previamente na aula, a partir do seu próprio ponto de vista (E-SEQUÊNCIA-7;8).

Atividades vivenciais a partir do uso da horta escolar da instituição, favorecendo espaços nos quais é possível pôr em prática conhecimentos químicos, relacionados com aspectos de caráter científico, tecnológico, social, cultural, econômico e ambiental (G-SEQUÊNCIA-9;2).

Na sequência D, com o objetivo de analisar a incidência das políticas públicas no desenvolvimento da ciência e no meio ambiente, os PFI propuseram uma saída de campo para visitar duas instituições que se

encontram relacionadas com a controvérsia sociocientífica abordada; a pulverização de glifosato: "visita ao *Instituto Colombiano Agropecuario - ICA* [...] e ao *Museo Aeroespacial*" (SEQUÊNCIA-5;8).

Na perspectiva de Moreno Lache et al. (2011), a cidade, por exemplo, deve ser uma grande escola, que por estar permeada por uma infinidade de informações, pode ser considerada como um espaço midiático. Assim, as disciplinas e conhecimentos provenientes da ciência moderna, entrecruzam-se com saberes milenares que tinham ficado no esquecimento, e com o conhecimento que é produzido diariamente no mundo. Nesse sentido, uma saída de campo é concebida como o espaço em que dialogam diferentes conhecimentos, obtidos por meio da representação e da percepção.

A saída de campo como educação sem muros procura o desenvolvimento e a consolidação de conquistas conceituais, atitudinais, procedimentais e avaliativas, básicos no entendimento da relação indivíduo - sociedade - natureza, que contribui na formação reflexiva de um cidadão de mundo (Moreno Lache et al., 2011, p. 23).

Desafortunadamente, esse tipo de atividade nem sempre tem boa aceitação por parte de todos os membros da comunidade escolar, pois requer uma organização diferente das aulas comuns e uma série de esforços e investimentos que podem chegar a ser dispendiosos. Um claro exemplo dessa situação apresentou-se na aplicação da sequência proposta pela equipe de Glória, à qual não lhe foi permitido realizar a saída proposta:

"Eu teria gostado de ter feito a saída com eles... teria sido muito bonito que eles... vissem... já no entorno para valer, no espaço real ..." (GLÓRIA-ENTREVISTA-15;12).

"Se eu tivesse podido fazer, teria feito, bem feliz..., porque é necessário que eles saiam das quatro paredes do colégio... e que vejam que há culturas totalmente diferentes, porém mais enriquecedoras que qualquer outra" (GLÓRIA-ENTREVISTA-15;13).

Essa dificuldade, que está relacionada com a organização escolar do nosso sistema educacional, é um dos desafios que precisam ser superados por parte dos gestores escolares e dos próprios professores. Por esse motivo, uma formação profissional docente, que destaque raciocínios e reflexões a respeito da construção do conhecimento, é proeminentemente necessária. Não apenas para melhorar a disposição de docentes e diretores, mas para melhorar os processos escolares de modo geral, incluindo atividades, projetos, interatividade com a comunidade, interatividade com as universidades e a avaliação de todos os processos escolares.

Avaliação reflexiva e formativa

A avaliação foi outro dos assuntos que os PFI discutiram durante o desenvolvimento da disciplina e, conseqüentemente, ao longo da construção das sequências didáticas, situação que se viu refletida em suas propostas.

Nesse sentido, devemos mencionar que existem diversas formas de entender os processos avaliativos. Uma dessas formas, e talvez a mais comum, é entender a avaliação como um processo comprobatório para determinar se os estudantes "efetivamente aprenderam" os assuntos

trabalhados em aula, um instrumento para descrever seu sucesso ou seu fracasso, que também é empregado como uma estratégia para o exercício de poder -que tende a ser excludente-, pois é usado para selecionar ou classificar os indivíduos segundo seus méritos. Nesse caso, há uma estreita relação entre esse modo de avaliação e o ensino propedêutico, pois geralmente as instituições educativas e, conseqüentemente, os professores que nelas trabalham, atribuem uma grande importância à promoção escolar para graus superiores, assim como aos resultados que seus estudantes consigam obter nas provas nacionais padronizadas. A partir disso, os docentes estruturam suas propostas acadêmicas e terminam comportando-se como medidores das condutas e conhecimentos dos alunos.

Essa é uma situação que atinge desfavoravelmente a autonomia docente e os processos escolares, sendo que o trabalho acadêmico deixa de focar-se na aprendizagem para a vida e fica transformado em um processo preparatório para a apresentação de provas e testes. Portanto, professores e alunos deixam de lado a importância de estudar o meio e concentram-se em procurar ferramentas para obter melhores resultados em ditos exames, gerando um processo de aculturação educativa e desprofissionalização da docência. Moreno Olivos (2014, p. 7) expressa isso assim:

A aceitação inquestionável dos objetivos e fins educativos conseguida pelos processos de «aculturação ideológico-pedagógica» dos indivíduos, mediante a hegemonia, é suficiente para produzir a repetição de esquemas e rotinas avaliadoras a serviço de interesses evidentemente alheios às necessidades educativas das comunidades escolares.

Esta aculturação ideológico-pedagógica fica expressa na desprofissionalização dos docentes, que desprovidos de um pensamento crítico terminam assumindo que seu trabalho não consiste em testar, transformar ou questionar o currículo oficial, e sim em aplicá-lo [...].

No entanto, novos entendimentos a respeito da avaliação têm sido apresentados, descrevendo esta como um processo que vai além da simples comprovação. Considera-se como um processo que permite gerar reflexões a respeito da própria educação, no qual todos os atores educativos podem participar. Assim, surge a proposta da avaliação como prática cultural, em que os professores valorizam suas obrigações em relação à construção curricular, como uma ação na qual intervém seu julgamento, contemplando, também, o parecer do estudante como sujeito e não como objeto do desenvolvimento curricular (Moreno Olivos, 2014).

Além disso, esse tipo de concepção epistemológica da avaliação permite gerar novas reflexões, entendimentos e aprendizagens para todos os envolvidos. Ou seja, uma avaliação que não apenas mede, mas que permite a reestruturação das propostas educativas, de modo a contribuir para a formação de todos os atores educativos.

Essa perspectiva coincide com a maneira em que os PFI estruturaram os processos de avaliação em suas sequências didáticas, pois propuseram que a avaliação fosse desenvolvida, de forma contínua, durante todo o desenvolvimento das atividades. Eis alguns exemplos:

O que é levado em consideração é... aquilo que o estudante aprendeu e como o aprendeu... como chegou nesse processo... então olhar... o que foi o que ele fez para adquirir esse conhecimento [...] não o conhecimento no final e, sim, ter sempre muito em conta o processo e as partes que o levaram até esse conhecimento final (MARTHA-ENTREVISTA-13;7).

A avaliação global da sequência é baseada nos processos e resultados (F-SEQUÊNCIA-8;11).

Destacamos, então, a importância da forma em que são valorizados os significados, as percepções e as relações humanas por meio desse tipo de propostas avaliativas, pois contemplando os processos, e não somente os resultados, tudo gira em torno da deliberação, do raciocínio e da atribuição de significados (Moreno Olivos, 2014). Portanto, essa concepção de avaliação foi pertinente para valorizar as atividades e, ao mesmo tempo, ajudar na efetivação dos objetivos propostos.

Por outro lado, devido ao caráter participativo e discursivo de grande parte das atividades propostas, os PFI deram especial atenção a aspectos como a argumentação, a linguagem, a participação, os conhecimentos teóricos, as habilidades comunicativas e os valores construídos como parte do processo avaliativo. Por exemplo:

A argumentação... ver a linguagem que eles estiverem utilizando... e, obviamente, as opiniões críticas que eles dão... porque você percebe... (avaliar) um debate somente é escutar e ver a opinião que a pessoa tem, obviamente com argumentos de valor... (ADRIANA-ENTREVISTA-11;5).

Além disso, o docente não pode deixar de educar durante os processos de avaliação, pelo contrário, deve valer-se de tais processos para aperfeiçoar o ato educativo e, por essa razão, deve envolver todos os participantes enquanto agentes ativos que compartilham a responsabilidade da Educação.

Nessa perspectiva, as sequências dos PFI tentaram que todos os estudantes tivessem a oportunidade de realizar reflexões a respeito do assunto abordado, dos resultados obtidos a nível experimental, do seu contexto e de suas atividades cotidianas. Essa estratégia contém elementos formativos que, por sua vez, foram propostos com a intenção de avaliar o processo de forma geral.

Outras posturas consideram a avaliação como uma prática sócio-política que responsabiliza ao *status quo* das injustiças e das desigualdades sociais. Nessa perspectiva, a avaliação aposta em uma posição transformadora de realidades, focada nas consequências do currículo para a vida dos estudantes.

O docente, na sua função de avaliador, assume-se como um intelectual crítico que analisa, interpreta e questiona o projeto formativo, primando um interesse constitutivo do conhecimento emancipador. Trata-se de um interesse pela autonomia e pela liberdade racionais, que libertam os indivíduos de ideias falsas, de formas de comunicação distorcidas e de formas coercitivas de relação

social que constringem a ação humana e social. Por meio da prática educativa tenta-se criar condições para que a realidade possa ser transformada em ação organizada e cooperativa. Portanto, a avaliação é concebida como um processo democrático, participativo e libertador [...] (Moreno Olivos, 2014, p. 15).

Essa posição, segundo nosso modo de ver, está muito relacionada com os fundamentos e objetivos do enfoque CTS, pois promove transformações da realidade. Portanto, a consideramos mais apropriada e pertinente em processos educativos desse tipo. Os PFI assim o entenderam e tentaram usá-la como um instrumento para a emancipação:

Procurar sempre a posição do estudante diante da... temática [...] que eles gerem essa posição e argumentem também, acredito que seja uma vantagem muito gratificante porque... a gente sempre com as oficinas e com as coisas normais, tradicionais, avalia [...] o conhecimento final... mas então dessa forma também pode ser avaliado seu processo e sua decisão, sua postura... (MARTHA-ENTREVISTA-13;8).

Conclusões

A análise realizada permitiu a reflexão a respeito das diferentes contribuições formativas decorrentes da construção e aplicação de sequências didáticas com enfoque CTS, assinalando aspectos fundamentais para o trabalho docente como: a necessidade de realizar o planejamento de atividades de forma coerente e contextualizada; a importância de realizar processos investigativos; a relevância do trabalho colaborativo; a necessidade de uma formação integral (intelectual, emocional e sócio-política) dos discentes; a necessidade de reflexão a respeito da responsabilidade social de todos como atores sociais; a indispensabilidade de promover o desenvolvimento do pensamento crítico para a participação cidadã.

Portanto, consideramos que promover esse tipo de momentos/espços de formação, além de fornecer experiência aos participantes para sua posterior inserção profissional no ambiente escolar, favorece a construção de sua identidade pessoal e profissional. Isto é, ajuda os futuros professores a terem mais consciência de seu papel na evolução e transformação das sociedades, para assim conseguirem reivindicar a imagem da profissão assumindo sua prática de ensino de forma autônoma, reflexiva e como instrumento para a transformação de realidades.

Por meio dos resultados discutidos na Categoria 2. compreendemos como o vínculo coerente entre objetivos de ensino, estratégias didáticas, ferramentas lúdicas, situações motivacionais e modalidades de avaliação podem conduzir os professores rumo à Coerência Epistemológica da Prática Docente. Desse processo, destacamos o uso de perguntas para orientar processos teóricos e práticos, a problematização dos temas abordados em sala de aula, a valorização das ideias e experiências dos alunos, a experimentação contextualizada, as aprendizagens dentro e fora de sala de aula (saídas de campo) e a avaliação não como medição, mas como possibilidade de reflexão, formação e transformação.

Por tais motivos, consideramos que a AQSC e o enfoque CTS trazem importantes contribuições para a promoção da coerência epistemológica do trabalho profissional docente, visto que rompem com processos de ensino que se enquadram no modelo de transmissão-recepção. Ao invés disso, concede funcionalidade ao ato educativo a partir do desenvolvimento de propostas didáticas orientadas para a participação cidadã, em uma constante busca por adquirir novos entendimentos a respeito de fenômenos e questões sociais, científicas, tecnológicas e ambientais.

Desse modo, o processo formativo e a pesquisa realizada são exemplos de que transformações no âmbito educativo e na formação de professores são possíveis. As produções dos PFI participantes demonstraram uma visão diferenciada em relação à compreensão do ato educativo, a qual prioriza a abordagem de assuntos que tenham mais significado para os estudantes e que lhes permitam participar como cidadãos, especialmente, em situações que demandam conhecimentos sociológicos, científicos e tecnológicos.

Cabe salientar que, durante a aplicação das sequências planejadas pelos PFI, apresentaram-se algumas dificuldades relacionadas com a rigidez da organização escolar, pois as atividades propostas precisavam de tempos, esforços e investimentos não habituais ou dispendiosos. Nessa perspectiva, a organização do sistema escolar e a disposição para a realização de atividades incomuns são aspectos fundamentais que devem ser discutidos e melhorados por parte de gestores escolares e professores.

Como outra limitação do processo, destacamos a rapidez com que as propostas didáticas tiveram que ser planejadas e aplicadas por fazerem parte da programação de uma disciplina universitária. Portanto, recomendamos a construção de propostas com enfoque CTS dentro de ambientes formativos maiores, como por exemplo, os estágios supervisionados, projetos de ensino ou novos espaços acadêmicos que possam ser criados dentro do currículo da formação inicial. Tais ambientes podem permitir a realização mais prolongada de atividades, assim como o estabelecimento de um vínculo mais forte e duradouro entre os futuros professores e os estudantes participantes.

Agradecimentos

Aos discentes e professores participantes neste estudo, à *Universidad Pedagógica Nacional*, à Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Referências

Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 14-124.

Auler, D., e Bazzo, W. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 1-13.

Amador Rodríguez, R.Y., e Adúriz-Bravo, A. (2011). A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica EDUCyT*, 2(2), 3-18.

Da Rosa, S. E., e Strieder, R. B. (2018). Dimensões da democratização da ciência-tecnologia no âmbito da educação CTS. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 1(2), 1-21.

Farias, L. N., Miranda, W. S., e Pereira Filho, S. C. (2012). Fundamentos Epistemológicos das relações CTS no Ensino de Ciências. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*. 9(17), 63-75.

Fernandes, J. P., e Gouvêa, G. (2020). A perspectiva CTS e a abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: aproximações e distanciamentos. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 9(2), 1-17.

García, E., e Estany, A. (2010). Filosofía de las Prácticas Experimentales y Enseñanza de las Ciencias. *Praxis Filosófica. Nueva série* (31), 7-24.

Grossi, E. P. (2000). Uma nova síntese sobre como acontece a aprendizagem. Em E. P. Grossi, *A Coragem de mudar em Educação* (93-103). Petrópolis: Vozes.

Homen, P. M. (2013). *Concepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o ensino de geometria: uma análise pós-construtivista* (Dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.

López Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18(1), 41-68.

Linsingen, I. V. (2007). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, 1(Esp.), p. 1-19.

Martínez Álvarez, F. (2004). El Movimiento de Estudios Ciencia-Tecnología - Sociedad: su origen y tradiciones fundamentales. *Humanidades Médicas*, 4(1), 0-0.

Martínez Pérez, L. F. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp.

Martínez Pérez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis - TED*, 36, 77-94.

Membiela, P. (1997). Una Revisión del Movimiento Educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. Enseñanza de las Ciencias. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 1(15), 51-57.

Mendes, M. R. M., & Santos, W. L. P. dos. (2016). Argumentação em discussões sociocientíficas. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 18(3), 621-643.

Moraes, R.; Galiuzzi, M. (2016). *Análise Textual Discursiva*. 3º ed. Ijuí: Ed. Unijuí.

Moreno Lache, N., Rodríguez Pizzinato, L. A., e Sánchez Ardila, J. D. (2011). *La salida de campo... se hace escuela al andar*. Bogotá: Grupo Interinstitucional de Investigación Geopaideia. Recuperado de

<http://geopaideia.org/>.

Moreno Olivos, T. (2014). Posturas epistemológicas frente a la evaluación y sus implicaciones en el currículum. *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, 53(1), 3-18.

Moreno-Rodríguez, A. S., e Del Pino, J. C. (2019). O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 24(2), 90-119.

Muenchen, C., e Delizoicov, D. (2014). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(3), 617-638.

Pizzato, M.C. (2018). Perfis Didático-epistemológicos: uma aplicação da Epistemologia da Ciência na Didática das Ciências. Panel. *II Encontro Regional de Ensino de Ciências*, UFRGS, RS, Brasil.

Quintero, C. A. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona Próxima*, 12, 222-239.

Rodrigues, A. C., e Martins, I. G. R. (2014). Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 13(3), 73-94.

Santos, W. L. P., e Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-23.

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(esp.), 1-12.

Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. Em W. L. P., Santos, e D. Auler (Orgs.). *CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas* (21-48). Brasília: Editora UnB.

Santos, W. L. P., Schnetzler, R. P. (2010). *Educação em Química Compromisso com a Cidadania*, 4º ed. Ijuí: Ed. Unijuí.

Simonneaux, L. (2014). Questions Socialement Vives and Socio-scientific Issues: New Trends of Research to Meet the Training Needs of Postmodern Society. Em C. Bruguière, A. Tiberghien, & P. Clément (Éds.), *Topics and Trends in Current Science Education* (37-54). Dordrecht, The Netherlands: Springer Verlag.

Siso, Z., e Cuéllar, L. (2017). Relaciones entre las concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología y de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de profesores de Química en ejercicio. Una primera aproximación al esquema conceptual del profesor. *Tecné, Episteme y Didaxis – TED*, 41, 17-36.

Souza, F. L.; Gonçalves, T. V. (2011). Bases epistemológicas subjacentes ao enfoque CTS no ensino de Química. *ACTA Tecnológica*, 6(2), 30-36.

Wartha, E., Silva, L., e Bejarano, N. (2013). Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 35(2), 84-91.