

FORMAÇÃO DOCENTE ARTICULADA À INOVAÇÃO CURRICULAR EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS*

María Cristina Pansera de Araújo**
Eva Teresinha de Oliveira Boff***
Milton Antonio Auth****

RESUMO

As crescentes discussões sobre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a visão de mundo globalizante vêm influenciando a elaboração de organizações curriculares inovadoras no âmbito da educação brasileira. Nesse contexto, colocamos em foco a modalidade curricular Situação de Estudo, cuja produção e desenvolvimento vêm agregando pesquisadores –professores da educação básica e da universidade e licenciandos (de Biologia, Física e Química)– e articulando a formação docente inicial e continuada. A pesquisa-ação integral e sistêmica (PAIS), proposta por André Morin, fundamentou a metodologia de construção e análise dos dados obtidos ao longo do processo. Com o acompanhamento pela pesquisa, em que reuniões de planejamento, elaboração e sistematização de SE foram gravadas e transcritas, para selecionar os episódios de falas dos sujeitos participantes, buscamos avaliar se os construtos propostos, como o uso social da ciência e da tecnologia, foram alcançados. Os episódios expressos ao longo do texto, acompanhados pelas respectivas análises, indicam que a escolha dos conteúdos escolares com base no contexto em estudo, as interações CTS e as significações dos conceitos científicos a partir de situações contextuais, contribuíram

* Apoio: FINEP/MCT; CNPq e Unijui.

** DBQ e Mestrado em Educação nas Ciências -Unijui; pansera@unijui.edu.br

*** DBQ-Unijui e doutoranda-UFRGS; evaboff@unijui.edu.br

**** DeFEM e Mestrado em Educação nas Ciências - Unijui; auth@unijui.edu.br

Recibido 23 de abril de 2008, aprobado 10 de noviembre de 2008.

expressivamente para compreender as SE propostas e, sobretudo, para ampliar as condições de argumentação, de tomada de decisões e de construção de diferentes visões de mundo.

PALAVRAS CHAVE: Ciência, Tecnologia e Sociedade; Visão de mundo integrada e relacional; Situação de Estudo; Pesquisa-ação integral e sistêmica.

TEACHER TRAINING LINKED TO CURRICULAR INNOVATION IN NATURAL SCIENCES AND ITS TECHNOLOGIES

ABSTRACT

The growing discussions regarding the Science, Technology and Society (STS) approach and the vision of a globalized world are influencing the preparation of innovative curricular organizations in the Brazilian educational context. Within this context, the curricular modality of Study Situation (SS) is treated, whose production and development are carried out by researchers –teachers of basic education and university professors, and with graduate students (Biology, Physics and Chemistry)– and articulating the initial teacher and continued training. The integral action and systematic research (IASR), proposed by André Morin, supported by the construction methodology and the analysis of the data obtained along the process. Along with the research, which included meetings for planning actions, preparation and systematization of SS were recorded and transcribed, to select episodes from the participants, in order to estimate if the proposed results, such as the social use of science and technology, were reached. The episodes expressed along the text, accompanied by the respective analyses, indicate that the choice of the school contents based on the study context, the STS interactions and the significations of the scientific concepts from context situations, contributed expressively to understand the proposed Study Situation and, especially, to expand argumentation conditions, decision making and the construction of different visions of the world.

KEY WORDS: Science, Technology and Society; integrated and relational world vision; Study Situation; integral action and systematic research.

INTRODUÇÃO

A perspectiva da alfabetização e da cultura científica e tecnológica, da compreensão pública da ciência, da educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) são preocupações constantes, que repercutem também na construção de uma visão de mundo integrada e relacional (Bôer e Moraes, 2006), ou seja, num conjunto de valores, crenças, conceitos e formas de conhecimento. Tudo isso objetiva a formação de cidadãos conscientes e críticos para tomar decisões e atuar com responsabilidade no ambiente em que circulam.

Trabalhos realizados sobre as concepções e representações sociais da Natureza e do Meio Ambiente e, do seu caráter relacional, indicam que existem diferentes concepções e, portanto diferentes formas de compreensão das questões ambientais (Moraes, 2003; Bôer e Moraes, 2006). A representação social predominante é aquela que associa “meio ambiente” ao que é natural sem considerar os seres humanos como parte integrante da natureza, neste caso as questões ambientais passam a ser compreendidas como resultado da ação humana sobre a “natureza” (Reigota, 2001). Esta forma de representação é considerada “naturalista”, ou seja, uma visão de mundo fragmentada, pois desconsidera as relações e as complexidades do mundo em que vivemos, e implica em conseqüências que levam a um pensamento no sentido de reduzir e simplificar as coisas. Na representação naturalista, o sistema e o meio ambiente são separados, o que acarreta em conseqüências como a perda das relações.

Outra representação, encontrada de forma minoritária, é aquela que inclui os seres humanos como parte integrante do meio ambiente, em que as questões ambientais são entendidas de modo mais amplo. Esta forma de representação, denominada integrada e relacional, considera a miséria e a violência urbana como parte da problemática ambiental e possibilita que as pessoas estabeleçam relações e percebam que existem diferentes formas de entender o mundo, sem, contudo, apontar que são certas ou erradas. Neste caso, visões de mundo diferentes produzirão conseqüências distintas nas ações executadas, pois seus pressupostos são diversos (Cobern, 1991, 1996).

Uma das especificidades dos seres humanos é apresentar a capacidade de estabelecer relações sociais, além das biológicas, que possibilitam diversos níveis de organização, que vão das formas mais simples até as mais complexas.

Para Moraes (2003), uma das possibilidades de desenvolver uma educação que forme cidadãos críticos, capazes de intervenção no mundo em que vivemos, reside no estabelecimento de relações entre conhecimentos para melhor entender as situações em sua complexidade.

Entre as diversas alternativas curriculares existentes, ou em estruturação e em desenvolvimento, que possibilitem este enfoque de maneira a atender as necessidades impostas pela mudança paradigmática estabelecida na construção de uma nova relação entre a sociedade e o mundo mecatrônico, robotizado e informatizado, está a (re) organização curricular denominada Situação de Estudo (SE) (Maldaner e Zanon, 2001 e 2007; Araújo, Auth & Maldaner 2005). As bases dessa perspectiva foram trabalhadas, articulando coletivos escolares e universitários, na formação docente inicial e continuada. O processo de implantação de SE é uma das ações que permite desenvolver a abordagem CTS (Solbes & Vilches, 1986; Amorim, 1998; González García, López Cerezo & Luján López, 1996, Santos & Mortimer, 2001; Acevedo Díaz, Vásquez e Manassero Más, 2003; Auler & Delizoicov, 2006) e a visão de mundo integrada e relacional (Coburn, 1991, 1996; Boer e Moraes, 2006) na escola, em que a interdisciplinaridade e a contextualização do ensino de ciências são evidentes.

O objetivo desse texto é registrar e analisar reflexões dos atores-pesquisadores sobre a constituição de atividades estruturantes de tomadas de decisão responsável (Santos e Mortimer, 2001) e do estabelecimento de relações que permitam perceber as diferentes formas de entender o mundo (Moraes, 2003) na produção e organização curricular de Situações de Estudo, que enfoquem Ciência, Tecnologia e Sociedade e visão de mundo integrada e relacional. A SE rompe com a estrutura tradicional do conhecimento escolar, numa perspectiva globalizante e integradora de conceitos das diversas áreas, constituindo-se num espaço de significação amplo e intercomplementar.

CONTEXTO DA PESQUISA E DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS

A pesquisa científica precisa de objetividade, controle experimental, pesquisadores autores e atores do processo instituído, que dialoguem e expressem, de modo sintético, as propostas colocadas em discussão.

Nesse artigo, analisaremos, com auxílio da sistematização proposta na Pesquisa-Ação Integral e Sistêmica (PAIS) (Morin, 2004), a articulação que vem sendo realizada, entre professores da educação básica pertencentes a diferentes escolas de Ijuí/RS, licenciandos e professores da universidade (de Biologia, Física e Química) no desenvolvimento de currículo inovador.

As falas desses sujeitos nas reuniões realizadas durante o processo de elaboração, incremento na sala de aula e organização coletiva das Situações de Estudo, foram analisadas. Buscamos investigar se existem tomadas de decisão propiciadas pelas atividades e textos sugeridos na construção da proposta curricular, a partir do enfoque CTS e da visão de mundo integrada e relacional.

A escolha da metodologia PAIS deveu-se a participação e implicação de todos os sujeitos em todas as etapas da pesquisa, pois ela pressupõe interação, reflexão, ação mais esclarecida, criação de ferramentas de análise ou de elaboração dos textos. O ator pesquisador age na mudança, participa da evolução e na solução dos problemas encontrados no processo. Cada participante envolve-se na definição e resolução dos problemas e facilita a cooperação com os outros, pois conhece a natureza da problemática, o meio histórico-cultural da pesquisa, os objetivos e o modo de participação. Essa proposição nos auxilia a identificar as divergências e convergências existentes nos níveis de elaboração do currículo, em que os diferentes sujeitos são autores e atores do processo.

Na estratégia assumida, propõe-se a seguinte questão: *Ao participar da produção e organização curricular na forma de Situações de Estudo, com enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional, é possível constituir uma tomada de decisão responsável e estabelecer relações que possibilitem perceber diferentes formas de entender o mundo?*

A metodologia da Pesquisa-Ação Integral e Sistêmica foi utilizada no processo interativo criado e, também, na análise e sistematização de resultados produzidos. Ela se constitui em abordagem coletiva adequada à ação de grupos de longa duração, referenciada no pensamento sistêmico para compreender um fenômeno complexo e ativo no meio circundante, igualmente em movimento de evolução e diferenciação. Nesse modelo dinâmico existe uma construção do conhecimento, já que a PAIS objetiva desdobramentos em espirais de ação estratégica e de sistematização dos diálogos.

O centro da atividade é o diálogo, a reflexão crítica recursiva, autoproductiva, que direciona a novos conceitos e imagens criativas da ação planejada, com vistas a mudanças na realidade trabalhada. Assim, para Morin (2004), cria-se um repensar que pode ser visualizado como um processo espiral, por ser ao mesmo tempo: indutivo-dedutivo, reflexivo-funcional e exploratório-criativo.

Quatro espirais representam a dinâmica de trabalho em foco e orientam a sistematização das ações e saberes desenvolvidos no processo: (1) Narração; (2) Modelagem; (3) Confrontação; e (4) Consenso (síntese).

Espiral 1 – Narração: professores da escola e da universidade e licenciandos (atores-pesquisadores) explicitam suas práticas e valores, narrando vivências e resistências, considerando a questão: *é possível propor uma inovação curricular com enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional para tomadas de decisão responsável?*

Espiral 2 – Modelagem: os atores-pesquisadores relatam seus valores, vivências e aprendizagens e projetam um modelo de aperfeiçoamento, a partir da busca de informações adicionais, para responder a pergunta chave: *Como ocorre a produção e desenvolvimento de uma inovação curricular (Situação de Estudo) com enfoque CTS e Visão de Mundo Integrada e relacional no contexto escolar?*

Espiral 3 – Confrontação: as soluções e/ou elaborações por escolas (a exemplo de situações de estudo) são confrontadas e avaliadas no grande grupo, considerando o aprendido nas espirais 1 e 2. Os atores estão “amadurecidos” para comparar com outros grupos suas diferenças e similaridades. A pergunta chave é: *O que mudou no Currículo que evidencia o enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional?*

Espiral 4 – Consenso: o processo de descoberta de similaridades na organização curricular possibilita construir uma síntese que balize a elaboração de novas propostas. A pergunta chave é: *é possível construir organizações curriculares (SE) inovadoras com enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional e que repercutem na formação docente inicial e continuada como atores-pesquisadores do processo?*

Balizado pelas quatro espirais, e suas perguntas chaves, o presente artigo analisa a prática vivenciada pelos atores pesquisadores através da construção de uma síntese

entre aprendizagens possibilitadas e dificultadas pelo currículo desenvolvido, na forma de SE, com enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional.

A INOVAÇÃO POSSÍVEL NA PRODUÇÃO COLETIVA EM CONTEXTO ESCOLAR

Para elucidar como é possível propor a inovação curricular visando tomadas de decisão responsável, colocamos em evidência alguns fragmentos de diálogos provenientes das reuniões de planejamento e sistematização e de algumas aulas durante o desenvolvimento das Situações de Estudo: *Água, fator determinante para a vida* (Silva et al., 2007); *Conhecendo o câncer - um caminho para a vida* (Frison et al., 2007); *Ambiente e vida - o ser humano nesse contexto* (Boff et al., 2008).

Os episódios foram selecionados do material obtido, segundo as perguntas-chave das espirais de análise, e enumerados de acordo com a seqüência de inserção no texto. Por sua vez, os depoimentos e diálogos estabelecidos entre os atores pesquisadores foram identificados mediante o emprego de nomes fictícios, com iniciais E¹ para caracterizar as professoras da escola, F² para as professores da universidade e L³ para licenciandos.

Narração – *O que expressam os atores-pesquisadores (docentes em formação inicial e continuada) sobre a inovação curricular com enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional?*

A organização curricular em ciências tem sido tema de discussão em inúmeros grupos de pesquisa em educação no Brasil e no exterior. Na Unijuí, por exemplo, a contínua preocupação com a formação de docentes capazes de analisar, refletir e compreender o ensino como construção histórico-cultural resultou na proposição de pesquisas com o propósito de intensificar o acompanhamento do seu trabalho nas escolas e sua articulação com a formação inicial. Isto constituiu o Gipec-Unijuí (Grupo interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências), cujos objetivos estão voltados para formação de professores, tendo como eixo articulador a organização do currículo escolar na modalidade de Situação de Estudo. Essa é constituída por meio de produções coletivas, com aporte do referencial histórico-cultural (Vigotski,

¹ Ernestina, Emanuela, Elvira, Ester.

² Fátima, Florisbela.

³ Lena.

2000), uma vez que prioriza as interações entre sujeitos que expressam suas idéias, refletem sobre elas e defendem seus pontos de vista. Há o propósito de romper com a prática meramente disciplinar e mostrar as possibilidades de ligar e religar saberes, dando-lhes sentido (Morin, 2001), mediante reflexões sobre as interações entre as Ciências da Natureza, suas Tecnologias e a Sociedade.

Nesse sentido, explicitamos o diálogo que ocorre entre as professoras de Biologia e Química no decorrer da elaboração da *SE Água, fator determinante para a vida*, o qual mostra como os aspectos tecnológicos, sociais e científicos podem ser mobilizados na construção de propostas impregnadas com a visão de mundo integrada e relacional e o enfoque CTS. Vejamos o Episódio 1 - *SE Água fator determinante para a vida*.

[...] tem um córrego aqui atrás [...] que virou assim um depósito de lixo, [...] seria interessante até analisar aquela água, e aí começar fazer um trabalho quem sabe de conscientização dos moradores, alguma coisa [...] que fosse importante pra gente depois poder trabalhar com a comunidade. [...] onde é que vai parar essa água, o curso dela, e aí claro a Biologia tem uma série de coisas, inclusive [...] a gente começa microscopia, que faz pra ver células, [...] vão trabalhar lá com paramécio, [...] algas, algumas coisas relacionadas [...] em termos de seres vivos na água, doenças. [...] vamos preparar [...] texto, sobre saneamento, alguma coisa assim, [...] em 3º lugar a visita na Corsan (Ernestina) e daí a parte da água, características, formação, constituição da água (Emanuela).

Esse episódio evidencia preocupações com questões: sociais – localização de fontes de água, poluição e tratamento da água, doenças, sensibilização para tomada de consciência; tecnológicas – utilização de microscópio e outros procedimentos técnicos importantes para analisar e tratar a água; de conceitos e habilidades científicas – o conceito científico é definido em função do tema social e da tecnologia utilizada. A visita a Corsan (Estação de Tratamento da Água distribuída para os moradores da cidade de Ijuí, RS) permite compreender de onde vem essa água, como é captada, tratada, armazenada e distribuída.

O estudo de seres microscópicos, como *Paramecium* e algas, parte de uma situação real/concreta e de vivência cotidiana dos estudantes, e desse modo constitui um novo sentido para eles, pois na medida em que o ensino de ciências leva em consideração aspectos relacionados ao dia-a-dia, a significação dos conceitos científicos traz implicações sobre o próprio pensamento cotidiano, de modo que

as pessoas possam perceber que há diferentes formas de entender o mundo. Isto não significa o apontamento de formas certas ou erradas, mas reconhecer que visões de mundo diferentes produzirão conseqüências diversas. A visão de mundo fragmentada permite ver um empilhado de coisas, mas não dá conta de entender o mundo em sua complexidade. Diante disso, optamos por um ensino que amplie as possibilidades de visão de mundo integrada e relacional (Moraes, 2003). Aqui fica evidente que os conceitos científicos são estudados para aprofundar a compreensão da situação em foco e as implicações decorrentes das atitudes tomadas em relação ao ambiente e aos seres que aí vivem e influenciam a vida humana. Além disso, mostra a necessidade de tomada de consciência em relação a mudanças de hábitos e atitudes, no sentido de evitar as conseqüências incompatíveis com uma boa qualidade de vida.

No episódio 2 fica evidenciado que o resgate histórico constitui uma importante forma de reflexão sobre as responsabilidades individuais e coletivas para a tomada de consciência e novas ações possam ser desencadeadas. A proposta integra educação científica, tecnológica e social, e os conteúdos escolares são articulados com aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (Santos e Mortimer, 2008). As professoras da escola preocupam-se em problematizar as situações para que os estudantes percebam o processo ensino e aprendizagem como algo dinâmico, em construção, inacabado, como uma aproximação da verdade em reconstrução. E, que ao lembrar como era o ambiente do pátio da escola antigamente (em 1990) e como está hoje, constata-se modificações que precisam ser analisadas sob o ponto de vista da ciência numa perspectiva de conceitualização significativa. Vejamos o Episódio 2 - SE Água fator determinante para a vida.

[...] o professor de técnicas agrícolas, [...] conhece o histórico, e dentro dessa bagagem de professor de técnicas agrícolas, [...] eu me lembro quando [...] nós nomeamos todas as árvores que tem aqui no bosque, ele conhece tudo, nós fomos junto sabe, e ele foi mostrando, foi contando a história, [...] com a visita ao córrego [...] fazer algum histórico deste local, e sua relação histórica, [...] e com a comunidade. Sempre foi assim? Porque que tem lixo ali? Será que não passa alguém recolhendo o lixo? [...] daí se for o caso, isso é uma coisa que a gente não pode prever, se a turma vai gostar ou não vai gostar, de trabalhar isso, e vai saber, se empolgar, mas de repente até panfletos a gente poderia fazer, e ir largando aí na comunidade, alguns questionamentos, não uma coisa pronta, mas alguns questionamentos sobre aquele..., mas isso depende, não é uma coisa que a gente tem que saber, depende do interesse do aluno (Ernestina).

[...] Claro, ali ficou mais a questão de porque que não existe mais aquela fonte que existia, o que poderia ter acontecido, daí elas viram que tinha lixo bastante, nós fizemos bastante coleta de materiais também, elas trouxeram, colocaram no trabalho, perguntaram a respeito desse material, o que é, o que não é, ali tinha líquen, tinha fungo e elas queriam ver porque que um é diferente do outro (Emanuela).

Nesse episódio verificamos, também, como os conceitos científicos podem ser tematizados na análise de uma situação cotidiana. Para formar pessoas com a capacidade de interagir, de questionar e transformar a realidade vivenciada, as informações precisam estar articuladas e contextualizadas, por isso, concordamos com Edgar Morin, quando afirma que:

Há, efetivamente, necessidade de um pensamento, que: compreenda que o conhecimento das partes depende do conhecimento do todo e que o conhecimento do todo depende do conhecimento das partes; reconheça e examine os fenômenos multidimensionais, em vez de isolar, de maneira mutiladora, cada uma de suas dimensões [...]. (2000: 88).

As atividades e reflexões apresentadas pelas professoras mostram o caminho trilhado na perspectiva de sistematizar essa proposta de inovação curricular que vem mostrando a viabilidade quanto ao desenvolvimento da mesma em espaço real da sala de aula, com potencialidades para construção dos conceitos que estruturam cada disciplina (o disciplinar), e valorizam as questões apontadas pelo enfoque CTS (o interdisciplinar), conforme elucidado no Episódio 3 - *SE Água fator determinante para a vida*.

E aí, lá na Corsan a questão de a estação de tratamento, dos tipos de substâncias, foram surgindo, então elas começaram a perguntar, "mas o que é aquele material?", o cloro, porque o cloro tem essa função? O flúor, porque é acrescentado o flúor? Também surgiram bastante questões, e que a gente aos poucos, a Química, está tentando ver como que nós vamos respondendo todas essas coisas. Nós respondemos já várias questões, mas bem interessante. Por exemplo, quando se fala lá da questão do flúor, entra a questão da cárie dentária, já dá para ir para outra direção, ou então as bactérias, aí eu já tentei falar das bactérias, tive que falar das bactérias como um grupo de seres vivos. Relatamos várias coisas a respeito (Emanuela).

Também pode trabalhar [...] sobre a importância da água na origem da vida, porque até numa das reuniões a gente esclareceu que a Química em si ela já é toda ela em torno da água, a Química básica toda ela em cima da água, química da água, tanto a questão da parte da biologia pode ser sobre a importância da água, como na origem da vida (Lena).

Verificamos como é possível trabalhar os conceitos específicos da Química na interação com questões sociais e outras áreas do conhecimento. Nessa ótica, a ciência agrega um conhecimento que considera valores, atitudes e normas, e mobiliza, de forma sistemática e intencional, o desenvolvimento de sistemas complexos de relações. Essa idéia também é evidenciada no Episódio 4 - *SE Água fator determinante para a vida*.

[...] mas com certeza tu passa a dar outro significado para os conceitos, porque antes tu segue lá uma hierarquia de conceitos e quando tu vê chega o final e os alunos não ligam uma coisa com a outra, às vezes nessa dinâmica a gente tem percebido pelas transcrições que nós temos feito que os alunos fazem outras relações, muito mais significativas (Florisbela).

Acredita-se que a organização do currículo por meio de SE produz uma nova forma de inclusão das Ciências no Ensino Médio, como o acesso a novas linguagens constitutivas de pensamentos mais abertos e fecundos, baseados em conhecimentos socialmente relevantes, como os relacionados ao câncer e ao ambiente (Maldaner et al., 2007).

A elaboração da SE *Conhecendo o câncer - um caminho para a vida* teve como um dos processos desencadeadores a campanha municipal para conhecer e prevenir o câncer, após a instalação de um Centro de Alta Complexidade em Oncologia de Ijuí (CACON), que é um centro regional de diagnóstico e tratamento. O episódio 5 mostra a importância do planejamento de ações a serem executadas na escola, principalmente na perspectiva de dar seqüência às atividades de um ano letivo para o outro e, assim, continuar processos iniciados e que mereçam ser desenvolvidos na sua totalidade.

A questão do câncer é polêmica e sua relação com o desenvolvimento científico e tecnológico tem sido muito questionada, por várias razões: uma delas refere-se às causas dessa doença - substâncias e/ou radiações produzidas pelos novos artefatos tecnológicos - e, a outra, pelo uso dos mesmos no diagnóstico precoce e, portanto, nos tratamentos de ponta, que envolvem quimioterapia, radioterapia, nanotecnologia, etc. É considerada uma doença ceifadora de vidas e maléfica para a humanidade. Vejamos o Episódio 5 - *SE Conhecendo o câncer - um caminho para a vida*.

[...] nós já tínhamos deixado alguma coisa encaminhada pro ano né? Então a gente pensou em primeiro lugar fazer um levantamento de dados, sobre as famílias dos alunos e das redondezas, a questão da incidência do câncer né, então na última reunião do ano, foi feita uma série de atividades [...] esse ano primeiro foi feita a apresentação dos professores da turma, e cada professor falou sobre o seu conteúdo, deu uma idéia de seu conteúdo e a partir dessa segunda-feira, a gente inicia a SE (Elvira).

Elvira mostra como é possível projetar os conteúdos de seus componentes curriculares para posterior desenvolvimento da situação de estudo. O levantamento de questões, que envolvem a escola e a comunidade, mostra a valorização pela vivência dos estudantes e, demonstra que os conhecimentos e saberes compartilhados no grupo contribuem na reorganização dos conteúdos escolares, numa atitude de investigação, problematização e discussão dos fatos, situações e coisas presentes no dia-a-dia do educando. O Episódio 6 - *SE Conhecendo o câncer: um caminho para a vida* - reforça questões já enfatizadas anteriormente.

*Têm conceitos que podem ser trabalhados em todos os componentes curriculares, por exemplo, fatores que aumentam a predisposição ao câncer como: radiação, álcool, fumo... Precisamos estudar um pouco sobre o que é o câncer para cada área conseguir ver com o que pode contribuir. [...] Depois a gente seleciona os conteúdos e conceitos que são necessários para compreender o câncer. Não aquela lista de conceitos isolados, sem ter sentido para serem estudados, e sim os conceitos necessários para compreender o câncer. Esse é um dos objetivos de estudar na forma de SE (Fátima). Os episódios 7 e 8 mostram fragmentos de diálogos que ocorreram durante o desenvolvimento das Situações de Estudo no espaço real de sala de aula. No episódio 7 - *SE Conhecendo o câncer - um caminho para a vida* - a professora procura produzir novas compreensões sobre os fatores que aumentam os riscos de câncer. As discussões fundamentaram-se nos trabalhos realizados em grupos de alunos sobre diferentes fatores de risco, tais como: fuligem, tabaco, álcool, solventes, dioxinas, radiação solar e fatores hereditários.*

A intenção então, é verificar esses fatores que causam o câncer [...], a partir de quais substâncias Químicas, [...] a representação que nos interessa, por exemplo, a fuligem é carbono sólido, formada através de uma combustão que vai formar algumas substâncias e entre elas o carbono. De que forma a fuligem pode prejudicar o nosso organismo a ponto de causar câncer? [...] Então, esse é o nosso objetivo, entender as substâncias Químicas que causam o câncer. Bom, na Biologia o que

nós estudamos? [...] câncer é uma reprodução desordenada dessas células, e ela vai mostrar as estruturas da célula (Ester). As informações trazidas pelos os estudantes para a sala de aula subsidiaram a problematização proposta pela professora, que identificou alguns conceitos específicos e representativos da SE, tais como célula, substância, material. Esses foram significados estabelecendo-se relações com os conhecimentos cotidianos dos estudantes, de modo a possibilitar novas compreensões sobre os assuntos que estavam sendo explorados pelos alunos em atividades de investigação e discutidos em sala de aula.

Já em relação ao Episódio 8 - *SE Ambiente e vida - o ser humano nesse contexto* - a professora Ester, ainda expressa que

[...] na aula passada a gente tinha feito aquele passeio pelos arredores da escola e observamos algumas coisas como, o lixo espalhado. [...] Observaram que alguém depositou o lixo doméstico dentro do bosque? [...] depois disso, vocês fizeram um mapa, mostrando esse caminho com simbologias, [...] então hoje a gente vai pensar um pouquinho sobre os resíduos sólidos [...] que materiais foram encontrados [...] o que mais chamou a atenção de vocês? Então [...] que tipo de lixo vocês encontraram? (Professora repete o que os alunos dizem... papel, vidro, plástico, etc.) [...] Qual a diferença de matéria e material? [...] (Ester).

Observamos que Ester reinterpreta os conceitos científicos para explicar o ambiente e as consequências do acúmulo de resíduos sólidos produzidos pelos seres humanos, quanto aos materiais e substâncias que o compõe. O fato dos diversos conceitos serem re-significados permite uma evolução da compreensão conceitual mais efetiva por partes dos estudantes. O aporte teórico da abordagem conceitual acentua a importância da retomada dos conceitos em diversos momentos e níveis ao longo do processo de ensino e aprendizagem.

Os sujeitos pesquisadores das diferentes escolas, na interação com os outros atores, constituíram um conjunto de atividades, se empenharam na busca de materiais didáticos complementares e na produção textual, permitindo, assim modelar a Situação de Estudo.

Modelagem: *A produção e desenvolvimento de Situações de Estudo, na sua organização teórica, e na prática em contexto escolar, explicita o enfoque CTS e a visão de mundo integrada e relacional?*

Esta questão chave pode ser respondida pelos episódios selecionados e analisados anteriormente bem como pela descrição sintética da estrutura organizativa das SE consideradas no presente artigo:

1. A SE *Água: fator determinante para a vida* foi elaborada para ser desenvolvida no primeiro ano do EM, e trata de aspectos biológicos, físicos e químicos da água, sob a ótica do entendimento de processos que envolvem a sua composição química, termoregulação e constituinte fundamental da vida terrestre. As Ciências da Natureza e suas Tecnologias deram suporte científico e tecnológico para desencadear os estudos concernentes à temática, particularmente no que se refere à qualidade da água consumida, que depende do tratamento feito pelos órgãos públicos responsáveis (CORSAN). A discussão sobre a preservação da água de qualidade para desencadear a tomada de consciência de como e quando usá-la, onde obtê-la para o consumo humano e dos cuidados necessários, para que ela esteja disponível ao processo vital no planeta Terra, foi constante. Os estudantes e a comunidade escolar, em geral, puderam se colocar como parte de uma sociedade que usufrui a água e, portanto, possui responsabilidades em relação ao seu uso, contaminação, com o desmatamento e as enxurradas. (Silva et al., 2007: 281).

2. A SE *Conhecendo o câncer: um caminho para a vida* foi elaborada para ser desenvolvida numa turma de primeiro ano do Ensino Médio (EM). A produção coletiva e o desenvolvimento dessa temática tiveram origem nas inúmeras discussões que vinham sendo realizadas pelo CACON. O centro recebe pacientes de toda a região e apresenta dados preocupantes quanto ao crescimento acentuado no número de pessoas envolvidas com a doença nos últimos anos. Com a intenção de compreender essa problemática, o foco das discussões foi o estudo do câncer, sem perder de vista os conceitos da Física, Química, Biologia, Matemática, Geografia, História, Educação Física e Língua Portuguesa. Salienciamos que nesse enfoque os conteúdos escolares foram trabalhados em sala de aula para compreender o câncer, superando visões simplista, cumulativa e puramente linear do conhecimento científico. Ao ter como referência uma situação do contexto dos estudantes, rica conceitualmente para alguns campos do conhecimento, foi possível entender a ciência como algo dinâmico, em evolução, conectada com os problemas reais do mundo. O coletivo da escola, que participou da elaboração e desenvolvimento desta SE, pertencia às diversas áreas do conhecimento, o que ampliou significativamente os olhares sobre os conceitos/conteúdos abordados. (Frison et al., 2007: 337). Essencialmente, a SE desencadeou um processo de significação de conceitos

científicos e a contextualização dos mesmos para a compreensão de como acontece esta doença, quais seus fatores de risco e as possibilidades de prevenção. A conscientização sobre o fato de ser uma doença contemporânea, crônico-degenerativa, associada a maior ou menor suscetibilidade de alguns indivíduos e famílias, e de como pode ser prevenida são alguns dos resultados observados no processo. A identificação do tratamento medicamentoso (quimioterápico - tipo de ação das substâncias, solubilidade, concentração, tempo de atuação entre outros conceitos químicos) e de outros como a radioterapia e a braquiterapia, proporciona aos estudantes oportunidade de alargarem a compreensão da estrutura e do funcionamento de aparatos tecnológicos e científicos. Além disso, é de fundamental importância a compreensão biológica da questão (como mutações, divisão celular, controle do ciclo celular e da expressão gênica), bem como a suscetibilidade das diferentes populações às mutações e à incidência de vários tipos de câncer.

3. A SE *Ambiente e vida: o ser humano nesse contexto* foi, também, elaborada e desenvolvida na primeira série do EM, na mesma turma em que já havia sido trabalhada a SE *Conhecendo o câncer: um caminho para a vida*. Começamos o estudo valorizando outras questões do cotidiano dos estudantes, sobre as quais eles têm o que dizer. Desse modo, a primeira atividade focalizou o reconhecimento das condições ambientais nos arredores da escola e da comunidade escolar por meio de um passeio orientado, que foi sistematizado pela construção de um mapa, indicando tudo que foi observado por meio de símbolos, cujos significados constavam na legenda. Os debates realizados com os estudantes sobre as observações realizadas, e, a análise em sala de aula dos resíduos sólidos produzidos em suas residências foi muito proveitosa no sentido de iniciar reflexões sobre quem produz esses materiais, porque os consumimos e se não teria outro modo de “sobreviver” sem produzir e descartar tamanha quantidade sem considerar o tipo de lugar em que serão depositados. Nosso objetivo foi trazer para discussão o tipo e quantidade de resíduo produzido por dia e por pessoa, assim como debater sobre a constituição e propriedades dos materiais ali encontrados, tipo de tratamento, problemas relacionados ao ambiente e aos seres vivos que o constituem, responsabilidade individual/coletiva, questões culturais, sociais, hábitos alimentares e os conceitos da área de ciências necessários para compreender a situação em estudo. Foi estabelecido um critério de separação de acordo com o melhor destino dado a cada tipo de resíduo. Além disso, a turma foi dividida em grupos para realizar um levantamento bibliográfico sobre os resíduos produzidos por eles, desde a origem até o destino final. Assim, o lixo seco. Assim, o lixo seco, como o papel,

foi encaminhado para a reciclagem na escola, plásticos, pilhas entre outros foram encaminhados para coleta seletiva, e o lixo úmido foi colocado numa composteira construída e monitorada pelos alunos. Eles, juntamente com os professores da escola, estudantes da licenciatura e professores da Unijuí, determinaram medidas de temperatura, pH, umidade e controlaram o teor de oxigênio da composteira a cada dois dias. Buscaram compreender as diferentes transformações que ocorreram pela ação dos microorganismos e a sucessão de seres vivos desenvolvidos. Os resultados de todas as atividades realizadas foram discutidos em sala de aula e apresentados para toda a comunidade escolar (professores, colegas de outras turmas, pais e equipe diretiva).

Confrontação: *O que mudou no Currículo que evidencia o enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional?*

Nas três Situações de Estudo descritas e analisadas no texto é possível observar que a conduta estabelecida e o conjunto de atividades listadas e vivenciadas no âmbito escolar seguem organizações similares, que propiciam a compreensão do enfoque CTS e da visão de mundo integrada e relacional. Alguns aspectos importantes foram enfatizados pelas professoras no que se refere ao envolvimento dos estudantes nas aprendizagens proporcionadas, como demonstrado no Episódio 9 - *SE Água: fator determinante para a vida*.

Educandos podem exprimir suas idéias, questionar o saber estabelecido, construir significações e resgatar o prazer de aprender, com interação e envolvimento, pedagógico e afetivo, entre nós professoras e os alunos. Há maior liberdade nessa relação de aproximação e maior envolvimento e participação dos estudantes no decorrer das aulas, com questionamentos sobre os assuntos estudados, relacionando os conceitos de Química e Biologia (Ernestina).

Em sala de aula, os comentários estabelecidos entre elas provocaram a reformulação das análises elaboradas, de modo que se observou a construção individual e coletiva do conhecimento. Envolve diversas atividades, podendo-se destacar as atividades experimentais e a construção textual, que foram trabalhadas com os alunos de maneira contextualizada... Parece que elas entenderam melhor os conceitos trabalhados (Emanuela).

A mudança percebida pelas professoras foi tão importante que elas identificaram uma nova postura nas estudantes e concordaram que uma organização curricular pode ser realizada, de fato, sem receios nem resistências, pois qualifica a educação escolar e contribui sobremaneira com a formação docente inicial e continuada.

Consenso: *É possível construir organizações curriculares (SE) inovadoras com enfoque CTS e visão de mundo integrada e relacional e que repercutem na formação docente inicial e continuada constituindo os atores-pesquisadores do processo?*

As etapas desenvolvidas nas diferentes situações de estudo analisadas encaminham para o reconhecimento de que as atividades proporcionam debates fundamentados no conhecimento científico, com preocupações sociais, e que capacitam os estudantes a interferirem no ambiente que os cerca com responsabilidade. O conjunto de evidências apontadas também indica a necessidade de mudanças não só na sala de aula da Educação Básica, mas também da Superior, para garantir continuidade no processo desencadeado. Por isso, concordamos com Santos e Mortimer (2000), para quem

O contexto atual é bastante favorável para a elaboração de projetos nacionais de ensino de ciências, tanto para o ensino fundamental como para o médio, com ênfase em CTS. Entendemos que tais currículos muito podem contribuir para a alfabetização e o letramento científico e tecnológico, pois alfabetizar é, como propunha Paulo Freire, um ato de conscientização política. (p. 155). O Episódio 10 - *SE Água: fator determinante para a vida* - registra que a dinâmica estabelecida proporciona uma diversidade de tematizações e caminhos construídos, porém em todos eles são elaboradas atividades, escritas de textos e produção de material didático que modifica a visão de mundo dominante, estabelecendo novas relações e integrações.

[...] a idéia é assim, ao final do processo sair publicadas essas situações de estudo, produzidas nessa interação, então, quer dizer, pode ser que alguma escola pegue alguma situação que a gente já tem mais completa, mas outras escolas podem criar uma nova. [...] a gente tem pelo menos quatro abordagens de água [...] o estudo da microbacia, tem daí microbacia pro ensino fundamental, pro ensino médio que tem abordagens diferentes, então são várias coisas, questões para se trabalhar (Florisbela).

A partir dos vários episódios elucidados, explicitamos nossa convicção de que sucessivas situações de estudo contribuem para a construção de conceitos em níveis mais complexos. Em Vigotski (2000), vemos que, na medida em que o uso da palavra (conceito) aparece em diversos contextos é possível construir novos significados, ou seja, mediante a retomada das palavras em processo de significação elas próprias evoluem. Assim, assumem dois aspectos importantes no processo:

além de mediadoras na interação entre sujeitos, as palavras constituem as bases sobre as quais as significações conceituais ocorrem.

Os conceitos abordados são aqueles necessários para compreender as Situações de Estudo propostas, portanto, alguns deles são retomados, a exemplo do conceito de energia. Na *SE Conhecendo o câncer: um caminho para a vida* focamos a energia envolvida na emissão de radiações para o tratamento dessa doença, especialmente a radioterapia. Já na *SE Ambiente e vida: o ser humano nesse contexto*, esse mesmo conceito energia é re-significado a partir da observação e análise das transformações de substâncias e materiais. Na medida em que sucessivas situações de estudo são desenvolvidas, os conceitos são trabalhados em níveis mais complexos, possibilitando a visão de mundo integrada e relacional e o enfoque CTS.

CONSIDERAÇÕES

A investigação que vêm sendo realizada quanto às atividades de parceria entre universidade e escolas, em especial as interações entre professores em torno da discussão, produção e desenvolvimento Situações de Estudo, indica que é plausível associar a formação docente com ações voltadas para produzir inovações curriculares no âmbito da educação básica: por um lado, foi possível constituir grupos de trabalho com professores da educação básica e da universidade e licenciandos (das Áreas de Biologia, Física e Química), de modo a articular a formação docente inicial e continuada e, por outro, desenvolver inovações curriculares na educação básica que incorporem o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a visão de mundo integrada e relacional. Assim, configura-se um processo de ensino e aprendizagem que extrapola o tradicional enfoque dos conteúdos estanques e seqüenciais em termos de conceitos e abarque outros aspectos, como procedimentos, atitudes e valores (PCN), questões éticas e culturais.

As atividades coletivas proporcionaram a participação e envolvimento de todos (professores e estudantes), de modo efetivo, e com reflexos diretos no processo de formação, quer seja, no modo de agir, com respeito aos colegas e atitudes frente à problemática em questão; na dialogicidade estabelecida; bem como no desempenho em relação aos conceitos científicos necessários para compreender as Situações de Estudo propostas.

Outro aspecto a ressaltar é o respaldo que a pesquisa-ação integral e sistêmica (PAIS), proposta por André Morin, está proporcionando quanto à produção e desenvolvimento das atividades didático-pedagógicas; às interações entre os participantes do processo, com reflexões sobre as mesmas; e à fundamentação da própria metodologia de construção e análise dos dados obtidos ao longo do processo, como a questão do uso social da ciência e da tecnologia.

Enfim, a escolha dos conteúdos escolares com base no contexto em estudo, a atenção ao enfoque de ciência, tecnologia e sociedade, e as significações dos conceitos científicos a partir de situações contextuais, contribuíram expressivamente para compreender as Situações de Estudo propostas e, sobretudo, para ampliar as condições de argumentação, de tomada de decisões dos participantes (professores e alunos), e de construção de uma visão de mundo integrada e relacional.

REFERÊNCIAS

Acevedo Díaz, José A., Vázquez Alonso, Ángel & Manassero Mas, María A. (2003). "Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2 Nº 2: 1-32.

Acevedo Díaz, J. A. "La Tecnología en las Relaciones CTS. Una Aproximación al Tema". (1996). *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, pp. 35-44. Barcelona.

Amorim, A. C. R. "Biologia, Tecnologia e Inovação no currículo do Ensino Médio". (1998). *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 3. Porto Alegre.

Araújo, M. C. P., Auth, M., Maldaner, O. A. (2005). *A Identificação das Características de Inovação Curricular em Ciências Naturais e suas Tecnologias através de Situações de Estudo*. Bauru/SP, Atas V ENPEC:1-12, CDRom.

Auler, Decio; Delizoicov, D. (2006). "Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2): 337-355. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec>. Acesso em 15 de janeiro de 2008.

Bôer, N. & Moraes, E. C. de. (2006). "Políticas Educacionais, visões de mundo e a articulação em processos educativos". *Ciência & Educação*, v. 12, n. 3, pp. 291-302.

Boff, E. T. O., Frison, M. D. e Del Pino, J. C. (2007). "Formação Inicial e Continuada de Professores: O Início de um Processo de Mudança no Espaço Escolar". In: Galiazzi et al. (Orgs.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: Uma Aposta de Pesquisa na Sala de Aula*. Ijuí/RS: Ed: UNIJUI. pp. 69-90.

Boff, E. T. O., Frison, M. D. (2008). *Construção de Conceitos de Ciências a partir de Situações Reais e de Vivência Cotidiana dos Estudantes*. Simpósio Internacional sobre Formação Docente - SINFORMA, Santa Rosa-/RS: 02 a 06/06/2008.

Cobern, W.W. (1996). "Worldview theory and conceptual change in science education". *Science Education*, v. 5, n. 80, pp. 579-610.

_____. (1991). *Worldview theory and science education research*. The National Association for Research in Science teaching (NARST), Monograph, N. 3. Arizona, USA.

Frison, M. et al. (2007). "Situação de Estudo: Conhecendo o Câncer - Um Caminho para a Vida". In: Galiazzi et al. (Orgs.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: Uma Aposta de Pesquisa na Sala de Aula*. Ijuí/RS: Ed: UNIJUI. pp. 337-355.

González García, M. I., LÓPEZ CERESO, J.A. y LUJÁN LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Technos, 1996. 324 p. (ISBN: 84-309-2797-2).

Maldaner, Otávio e Zanon, Lenir B. (2001). "Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências". In: *Espaços da Escola*, Ijuí, n. 41, jul/set. pp. 45-60.

_____, et al. (2007). "Currículo Contextualizado na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Situação de Estudo". In: Zanon, L. B.; Maldaner, O. A. (orgs). *Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. Ed: Unijuí. Ijuí, RS. pp. 109-138.

Moraes, E. C. (2003). "Abordagem relacional: uma estratégia pedagógica para a educação científica na construção de um conhecimento integrado". *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 1-10.

Morin, André. (2004). *Pesquisa-Ação Integral Sistêmica (PAIS)*. Rio de Janeiro: DP&A editora. 229p.

Morin, Edgar. (2001). *A religação dos saberes. O desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil Ltda. 583p.

_____. (2000). *A cabeça bem feita*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil Ltda. 128p.

Reigota, M. (2001). *Meio Ambiente e representação social*. 4ed. São Paulo: Cortez. (Questões da nossa época, 41).

Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. (2000). "Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira". *Ensaio*, v. 2, n. 2, pp. 133-162. Belo Horizonte.

_____. "Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS". *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 1-23, mar. 2008. www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_1/artigos/WILDSON.pdf

Silva, Janete de M. P. et al. (2007). "Água, Fator Determinante para a Vida: uma possibilidade de articulação da Biologia e Química no ensino médio". In: Galiazzi et al. (Orgs.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: Uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí/RS: Editora Unijuí. pp. 281-296.

Solbes, J. e Vilches, A. (1986). "Interacciones ciencia/técnica/sociedade: um instrumento de cambio actitudinal". *Enseñanza de las ciencias*, v. 7, n. 1, pp. 14-20.

Vigotski, L. S. (2000). *A construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes.