



RECONTEXTUALIZAÇÃO DE CONTEÚDOS CIENTÍFICOS ESCOLARES POR MEIO DE SITUAÇÕES DE ESTUDO: MAPA METACONCEITUAL

RECONTEXTUALIZATION OF SCHOLASTIC-SCIENTIFIC CONTENTS THROUGH SITUATIONS OF STUDY: META-CONCEPTUAL MAP

Otavio Aloisio Maldaner¹

Laís Basso Costa-Beber²

¹UNIJUI/DBQ/ maldaner@unijui.edu.br

²UNIJUI/Licenciatura Química/ laisbeber@yahoo.com.br

Resumo

O texto trata de fundamentos teórico-metodológicos de desenvolvimento de proposta de inovação curricular em sucessivas Situações de Estudo (SE), na área do conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e apresenta resultados de investigação realizada em aulas de Química no ensino médio. A inovação curricular é produzida em grupo interdepartamental de pesquisa com professores e estudantes de licenciaturas, professores de escolas e estudantes de pós-graduação em educação. As Situações de Estudo são produzidas no grupo, desenvolvidas em escolas e re-estruturadas de acordo com os resultados analisados. A professora desenvolveu a SE “**Interconversões de energia em processos biofísicoquímicos**” com a preocupação central em significar o conteúdo **energia química** nesses processos. Com a investigação, foi possível mapear os conceitos necessários ao entendimento do conteúdo e as relações que foram estabelecidas, apresentando-os em forma de mapa metaconceitual, o que permitiu melhorar a análise e a reflexão sobre as aprendizagens produzidas.

Palavras-chave: Inovação curricular; energia química; sistema conceitual.

Abstract

This work approaches a theoretical-methodological basis in developing a proposal for a curricular innovation in successive Situations of Study (SS) in Sciences and its Technologies, and presents results of investigations carried out in Chemistry classes in high-school. This curricular innovation is been produced by an interdepartmental research group with university professors and undergraduate students, school teachers and post-graduation students in Education. The Situations of Study are produced within the group, developed in schools and restructured according to the results analyzed. The teacher developed the SS “**Inter-conversions of energy in Biophysical-chemical processes**” with the main concern in signifying the content **Chemical Energy** in these processes. With the investigation, it was possible to map the necessary concepts to the comprehension of the contents and the relationships that were established, presenting them as a meta-conceptual map, which allowed to improve the analysis and reflection about the knowledge produced.

Key words: curricular innovation, chemical energy, conceptual system.

FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Criar núcleos de estudo e pesquisa, envolvendo professores de escola e formadores de professores, além de estudantes de licenciaturas e de pós-graduação das áreas de educação e ensino, com vistas à melhora da educação científica em todos os níveis, vem sendo defendido como princípio em muitos fóruns educacionais, como se pode ver em memórias desses eventos nos últimos anos. Aceitando esse princípio e buscando desenvolvê-lo na prática, participantes do Gipec-Unijuí vêm produzindo e divulgando trabalhos com vistas a contribuir no debate sobre essa modalidade de desenvolver currículos escolares mais consistentes para as necessidades atuais dos estudantes. O Gipec é um grupo interdepartamental e interdisciplinar de pesquisa e desenvolvimento sobre novas práticas curriculares e modalidades de formação de professores, que busca privilegiar interações assimétricas entre a diversidade de sujeitos participantes do grupo, conforme expresso na Figura 1. As assimetrias se dão em níveis diferentes de compreensão de determinada prática ou teoria e elas estão ora com um grupo de sujeitos, ora com outro.



Figura 1: inter-relações de sujeitos em coletivo organizado

Deixando-se aflorar as assimetrias, “(...) a produção intelectual em diversos níveis flui naturalmente nas interações com informações, experiências e conhecimentos diversificados” (MALDANER et al, 2007, p. 111). Com isso, o grupo produz material didático mais adequado para as situações reais, tornando as práticas pedagógicas mais eficazes na melhora das aulas de Ciências Naturais no ensino fundamental e da área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no ensino médio. Diferente de aplicar orientações curriculares e práticas de formação de professores, as pessoas envolvidas nesse processo interativo desenvolvem seus instrumentos teóricos de compreensão nos contextos de atuação. Depois de alguns anos, as interações no grupo, conduzidas com persistência e crescente capacidade teórica, proporcionaram uma organização curricular bastante diferente da tradicional no ensino da grande área do que se costuma chamar Ciências Naturais. Os conteúdos de ciências são significados em sua recontextualização em situações práticas cuidadosamente escolhidas para permitir que isso possa acontecer. A organização curricular com base em sucessivas SE, resultado desse processo, [...] envolve contextualização, inter e transdisciplinaridade, abordagens metodológicas diversificadas, orientações curriculares oficiais, conhecimentos prévios dos estudantes e

professores, tecnologia e sociedade, tradição escolar e acadêmica, múltiplas fontes de informações e, principalmente, compromisso com o estudo (MALDANER et al, 2007, p. 111-112).

Situações de Estudo (SE) inserem-se em tendência curricular temática, tais como, Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), um movimento curricular mundial na educação em Ciências, e Temas Geradores com Redução Temática, esta com base em Freire. As SE tratam de situações reais, com grande potencial inter e transdisciplinar, que são selecionadas para dar conta de conteúdos escolares que os professores compreendem como próximos da tradição curricular. A experiência mostra que uma ruptura total com essa tradição não tem chances de prosperar nas escolas reais. A própria produção de uma SE, envolvendo professores de escola, leva a essa aproximação. No desenvolvimento das SE em contexto escolar, busca-se atribuir sentidos e significados aos conceitos necessários para o entendimento de situações reais. Nessa perspectiva, os conceitos e conteúdos vão sendo significados de maneira inter-relacionada, ora no que tange ao sistema conceitual do conhecimento específico de um componente, como Química, Física, Biologia ou Geologia, ora extrapolando para conceitos interdisciplinares e transdisciplinares, envolvendo componentes curriculares tradicionalmente tratados de forma isolada. Para isso propõe-se no ensino médio uma mesma SE para os três componentes científicos, isto é, uma mesma situação é explicada sob diferentes pontos de vista dessas ciências. Assim, a inter-relação conceitual faz-se necessária, afinal, conforme esclarece Morin (2001), as realidades ou problemas estão “cada vez mais multidisciplinares, transversais, multidimensionais, transnacionais, globais e planetários (p. 36)”.

Ao inter-relacionar conceitos e conteúdos científicos escolares de diferentes componentes curriculares, recontextualizando-os em situações reais, acredita-se que seja possível atingir a complexidade. A tradicional abordagem científica escolar trata uma situação prática em momentos diferentes, sem que as disciplinas dialoguem entre si, criando-se a fragmentação do que está tecido junto (MORIN, 2001), perdendo-se a oportunidade de aprendizagens mais significativas. Como qualquer aprendizagem verdadeira, a nova abordagem curricular exige muito estudo e empenho, não apenas dos estudantes, mas também, dos sujeitos envolvidos na construção e reconstrução das SE. Daí a necessidade de grupos de apoio com características interativas e fecundas em assimetrias. Os professores não encaram isso como um problema, mas como uma “oportunidade de aprender junto com os seus alunos, mostrando que a amplitude do conhecimento disponível hoje não permite que qualquer ser humano o domine em suas múltiplas dimensões” (KINALSKI et al, 2007, p. 364).

A recontextualização dos conceitos em um contexto da vivência dos estudantes constitui-se em potencialidade pedagógica ainda pouco explorada pelos currículos tradicionais. A ênfase maior é na aplicação eventual, em contexto prático, de um conceito desenvolvido a partir de definições no campo abstrato. Ao abordar a vivência dos estudantes, introduzindo conceitos científicos propõe-se a tomada de consciência da situação vivida, isto é, a compreensão dela em novo nível de generalidade, conforme entende Vigotski. Segundo esse teórico do desenvolvimento humano, distante dos conhecimentos do cotidiano das crianças e adolescentes, o ensino de conceitos científicos escolares fará pouco sentido:

(...) o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O **PROFESSOR** que envereda por esse caminho costuma não conseguir senão uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro e simples que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos na criança, mas, na prática, esconde o vazio. Em tais casos, [o estudante] (...) capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado (2000, p. 247).

Vigotski fez investigações sobre a significação de conceitos científicos em contexto escolar e sua relação com a tomada de consciência sobre conceitos do domínio do cotidiano. Mostra que a significação e o domínio dos conceitos, cotidianos e científicos se dão por caminhos diferentes, mas que em ambos é crucial o uso da palavra e do material sensorial desde

o início dos processos interativos: “O material sensorial e a palavra são partes indispensáveis à formação dos conceitos” (2005, p.66). As SE, por serem da vivência dos estudantes e por tratarem de situações concretas, trazem, para o contexto, farto material sensorial. Ao mesmo tempo, exigem a introdução de palavras, muitas vezes, novas, ou com novo sentido dado em relação aos que lhe são atribuídos no cotidiano. Essas palavras vão se tornar conceitos logo depois. Essa prática pedagógica supera a simples definição do conteúdo dos conceitos por outras palavras, também criticada por Vigotski, por ser inútil e não levar ao pensamento categorial. Ao introduzir as palavras novas com vistas ao entendimento de uma situação sob um novo ponto de vista – Química, Física, Biologia, Geologia –, o processo pedagógico desencadeado pode levar à formação dos conceitos, portanto, ao pensamento mais consistente e defensável sobre a situação.

Uma metodologia de ensino, concebida como transmissão/recepção, mesmo que amplamente praticada nas salas de aula, contribui pouco para o processo de formação de conceitos em nível de abstração requerida no pensamento científico sobre o mundo. A pretendida “recepção” dos conceitos e sua assimilação apenas pela definição de seus conteúdos, sem estabelecer relações com compreensões anteriores dos estudantes sobre uma determinada situação, mais do que ineficaz, é rejeitada pelos estudantes. Morin (2001) também defende a inter-relação dos conceitos científicos e com o cotidiano por entender que qualquer sistema de ideias resiste à informação que não lhes convêm ou que não podem assimilar. Assim, quando o professor inicia um estudo com o conhecimento abstrato que a nada se refere, o estudante tende a rejeitar esse conhecimento que não consegue assimilar. Por isso, entende-se que o conhecimento científico escolar é uma construção que deve ser mediada e negociada, em seus sentidos e significados, proporcionando interações entre conhecimento cotidiano, mais próximo dos estudantes, e conceitos e conteúdos científicos, introduzidos no contexto pela ação pedagógica do professor. As sucessivas SE visam desencadear um processo que produz movimentos que levam ao conhecimento abstrato e à consciência dos conhecimentos da vivência, conforme defende Vigotski. Isso supera, também, a compreensão, muito em voga nos anos oitenta e noventa do século passado, de que o processo escolar devesse substituir os conhecimentos prévios dos escolares por outros conhecimentos, estes derivados da ciência. Estudos realizados no final dos anos noventa (MORTIMER, 2000) mostram que isso não acontece. Pode acontecer, conforme propõe Mortimer, a “mudança do perfil conceitual”, caminhando para maior racionalidade e maior abstração, sem, contudo, haver a substituição de um tipo de conceito por outro.

Evidenciou-se que o desenvolvimento de um currículo fundamentado em sucessivas SE vem mostrando diversas potencialidades pedagógicas, mesmo que algumas dificuldades e obstáculos persistam. Dentre os obstáculos, um dos que mais dificulta a aprendizagem dos conteúdos e conceitos escolares e científicos é permanecer na tentativa de explicar uma situação real apenas com base nas características aparentes, sem empreender o esforço no sentido de entender o que produz o fenômeno, que, no campo da Química, deve ser buscado nas interações submicroscópicas dos constituintes da matéria. Segundo Lopes (2007, p.40), de acordo com Bachelard, a Ciência não “trabalha com o que se encontra visível na homogeneidade panorâmica. Ao contrário, é preciso ultrapassar as aparências”.

A Química é uma forma de organização intelectual que envolve outra ordem de realidade, que exige uma racionalidade diferente. Como toda ciência, é ela uma realidade criada, conforme palavras de Bachelard. Ao se prender ao conhecimento cotidiano, que percebe o mundo por meio dos sentidos, o pensamento estabelecido não vai além do aparente do real, o que não caracteriza um pensamento científico. Para entender as situações reais, ou a realidade dada, sob a razão do conhecimento químico, é necessário que a ação pedagógica mobilize mais do que conceitos isolados, mas um sistema conceitual específico para determinado conteúdo ou situação dada. Por hipótese, é isso que se busca com a SE.

Na Química, como em qualquer outra ciência, a aprendizagem do conhecimento “implica aprender conceitos que constroem e colocam em crise conceitos da experiência comum. Isso não significa, por sua vez, o estabelecimento de uma hierarquia axiológica entre conhecimento comum e conhecimento científico (LOPES, 2007, p. 53)”. Com isso não se deseja menosprezar o conhecimento do senso comum em relação ao científico, pelo contrário, é nas inter-relações de ambos e em movimentos de sentido inverso e complementar que o conhecimento escolar se constitui: ascendente, do conhecimento do senso comum para novos níveis de abstração, e descendente do conhecimento científico abstrato para a concretude do real ao qual se refere, de acordo com Vigotski. O pensamento abstrato, que caracteriza o conhecimento químico, adquire concretude com o conhecimento do senso comum. Trata-se de razões diferentes que, essencialmente, devem estar presentes em sala de aula.

Para abordar aspectos que caracterizam o conhecimento químico, é preciso atribuir significados a conceitos que vão permitir o pensamento muito especial sobre o mundo material com o qual lida a Química. Parte-se da hipótese de que é na recontextualização dos conteúdos científicos em situações concretas que os conceitos podem ser introduzidos de forma a mantê-los dentro de um sistema no qual se encontram super e subordinados (VIGOTSKI, 2000).

Cavalcanti (2005), fundamentada em Vigotski, afirma que nas diversas situações enfrentadas na vivência dos sujeitos a atividade intersubjetiva propicia a apropriação de significados da linguagem que, por sua vez, permite a significação dos conceitos. Cabe à escola realizar as mediações necessárias para possibilitar o desenvolvimento do pensamento conceitual, que permite uma mudança na relação cognitiva do homem com o mundo, contribuindo para a constante recriação da cultura na melhoria da qualidade de vida dos humanos e de seu entorno.

Entendendo que o conhecimento científico escolar dá-se por processo de significação na inter-relação conhecimento científico e cotidiano, em situações reais, os conceitos científicos podem ser recontextualizados em múltiplas dimensões. Nesse sentido, o Gipec propõe que uma mesma Situação de Estudo (SE) seja desenvolvida no mínimo pelos três componentes disciplinares clássicos da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Física, Química, Biologia, dentro de um tempo/espaço próprio da organização curricular escolar, como o bimestre ou trimestre. Cada componente exige seu próprio sistema conceitual, cujas fronteiras são constantemente rompidas entre os diversos componentes ao se voltarem para a mesma situação sob estudo. Em alguns momentos as relações conceituais entre as Ciências Biológicas, a Física e a Química não são estabelecidas pelos professores, mas pelos estudantes. São eles os atores que unificam o estudo da situação, encontrando-se em situação privilegiada para pensar de maneira inter e transdisciplinar.

Para as aulas de Química, o conceito **energia química** foi escolhido como o mais central e inclusivo. Ao questionar-se a origem da energia que acompanha transformações químicas, como as combustões, a significação de outros conceitos relacionados passa a ser necessária para a compreensão do fenômeno em debate. Tendo como base a compreensão vigotskiana, de que um conceito científico se insere em um sistema conceitual, o foco de atenção voltou-se para as seguintes questões centrais de pesquisa: no conjunto de aulas desenvolvidas, há a preocupação constante da professora de Química em apontar as relações que precisam ser estabelecidas entre os conceitos que permitem entender as diversas manifestações de energia como interconversões, reafirmando o princípio da conservação da energia do sistema? Conceitos que aparecem em outros componentes disciplinares, como Biologia e Física, são ressignificados explicitamente pela professora? A SE de estudo, produzida para compreender fenômenos de transformações na matéria, associando-os às conversões de energia, dá conta dessa intenção? As aulas desenvolvidas em uma turma de 2º ano foram videogravadas e sua descrição e análise foram feitas a partir das transcrições realizadas, sempre com o foco voltado para o ordenamento dos conceitos no sistema construído em aula na interação professora/alunos. A explicitação das relações estabelecidas entre conceitos significados de alguma maneira foi feita através de um

mapa metaconceitual¹ que é apresentado mais adiante. Este mapa passa a ser referência e instrumento de reflexão entre os membros do grupo proponente da SE com a finalidade de sua re-estruturação, autoavaliação do professor, formação inicial e continuada de professores.

Para preservar a identidade dos sujeitos da pesquisa, nos turnos de fala utilizados neste texto, “A” representa aluno e “P” professora.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Coerente com a SE em desenvolvimento, que tem como foco significações de processos biofísicoquímicos envolvidos em mudanças na matéria, o estudo foi iniciado com a introdução dos conceitos de transformação e conservação de energia. A essa altura da iniciação química, a ideia de transformação e conservação de massa em processos químicos é bem conhecida pelos estudantes. Energia química é um conceito central nesses processos. Introduzido, inicialmente, com significados mais próximos do senso comum, este conceito pode evoluir muito no decorrer das aulas, pois há oportunidade de ser retomado muitas vezes quando novos entendimentos podem acontecer. De fato, isso aconteceu com frequência, pois a atenção estava voltada para compreender que transformações na matéria são acompanhadas de efeitos energéticos ou que os efeitos energéticos implicam alguma transformação na matéria. A Primeira Lei da Termodinâmica passou a ser importante fator de ordenamento.

Para criar um contexto inicial que permitisse introduzir os conceitos necessários à produção de sentidos e significados para o conceito **energia química**, a professora realizou três experimentos com transformações visíveis na matéria e fenômenos de energia: aquecimento do sulfato de cobre (II) penta-hidratado e sua dissolução em água; medição do calor envolvido na combustão do álcool e do amendoim, com o auxílio de um calorímetro, envolvendo controle da quantidade de energia térmica desenvolvida; dissolução de hidróxido de sódio em água. Em investigações anteriores, constatou-se que atividades experimentais, “proporcionam diálogos mais fáceis e intensos entre professora e estudantes; favorecem a produção de sentidos e significados para conceitos envolvidos (...)” (COSTA BEBER & MALDANER, 2008) e “são importantes, porque facilitam a manifestação de conhecimentos prévios e a significação dos conhecimentos científicos escolares”. Assim, essa prática é sempre incentivada nas SE. Com o experimento em desenvolvimento, professor e o aluno têm o mesmo objeto referente na transação de significados e sentidos. Dessa forma, traz para o contexto um objeto sensorial para o qual se voltam atenções dos estudantes e professor, ao mesmo tempo em que se discutem efeitos e se introduz palavras que representam os conceitos necessários para o seu entendimento. Essas são potencialidades sempre desejáveis em sala de aula, independente se são atingidas pela experimentação ou não, pois contribuem significativamente para o ensino e aprendizagem.

A recontextualização dos conceitos científicos foi possível quando os resultados dos experimentos permitiram discutir problemas enfrentados em situações cotidianas dos sujeitos envolvidos, como na escolha do melhor combustível para um automóvel ou para aquecer e iluminar ambientes, e, ainda, na determinação das “calorias” dos alimentos em uma dieta, bem como, em interconversões de energia em organismos. A relação com o cotidiano produz uma formação humana e social relevante, amplia e enriquece **relações** entre os diversos componentes disciplinares na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (MALDANER et al, 2007). A introdução de conteúdos para explicar situações reais estabelece relações conceituais, o que contribui para manter os conceitos em seu sistema, rompendo com a característica fragmentada do currículo tradicional.

¹ Utilizamos o termo metaconceitual com o sentido de distingui-lo de outros mapas conceituais que são definidos em planejamentos. Este é resultado que é visualizado, de alguma maneira, a partir do acompanhamento das aulas na forma descrita.

Para a realização do primeiro experimento, palavras como combustão, temperatura, ambiente, substância, evaporação são utilizadas, mas não ocorre sua definição, nem a relação com o conceito energia química. Mesmo assim, esse processo é muito importante para iniciar a significação de conceitos, pois, segundo Vigotski (2000), a posse da palavra é o primeiro passo para que o significado do conceito comece a evoluir. Além disso, muitos desses conceitos já haviam sido abordados em situações anteriores, neste caso, a retomada dos conceitos em novos contextos possibilita a evolução do significado dos mesmos.

Ao adicionar água ao sulfato de cobre (II) anidro, a coloração azul que aparece é relacionada à re-hidratação do sulfato de cobre e a solução aquosa resultante é explicada pela dissociação de íons, enquanto a desidratação do sulfato de cobre (II) penta-hidratado é condicionada ao fornecimento de energia. A professora lembra que os conceitos endotérmico e exotérmico já haviam sido introduzidos em aula anterior e questiona: “*P: Esse seria um processo endotérmico ou exotérmico? Do sulfato de cobre, desse sistema aqui. Não da lamparina a álcool, que daí vocês podem... Tem dois sistemas!*”.

O conceito *sistema* é essencial para o entendimento do conceito da **variação de energia química** nas transformações. Os estudantes dizem que a desidratação do sulfato de cobre é um processo endotérmico, porque absorve calor. O que é trocar uma palavra por outra, não constituindo atribuição de significado ao conceito calor. Conceitos científicos escolares, como processos endotérmicos e exotérmicos, podem ser relacionados com a Primeira Lei da Termodinâmica, superando a ideia prévia de produção e consumo de energia. O conceito sistema, pela ênfase dada pela professora, pode ter adquirido algum significado, incluindo a ideia de energia transferida entre sistemas com temperaturas diferentes.

No decorrer do experimento e durante as discussões, outros conceitos foram utilizados, como: íons, moléculas, absorção e liberação de energia (ou calor), equação, temperatura, transferência de energia, sensação térmica e rendimento de combustíveis. O conceito rendimento foi introduzido por uma estudante para explicar a escolha entre diferentes combustíveis. Neste caso, ela recontextualiza um conceito que já havia sido estudado, o que eleva os níveis de significação. Nas intervenções dos alunos o professor busca controlar os sentidos produzidos e manifestados pelos estudantes. Isso foi constantemente observado nas aulas acompanhadas. Um estudante quer saber como medir a quantidade de energia que é transferida no experimento. Isso mostra que está produzindo sentido sobre os dois sistemas em contato: lamparina acesa e tubo de ensaio com a substância que estava sendo aquecida. Neste caso, a professora explica que é por meio de cálculos, mas não os faz nesse momento, pois isso seria impossível naquela situação, mas possível em outros sistemas preparados para tal, como nos calorímetros.

A pretensa significação do conceito **energia química**, geralmente entendida de forma equivocada pela professora como variação de entalpia, prosseguiu com a realização do experimento em que o calor envolvido em combustões foi medido com o uso de calorímetro. Durante as explicações a professora retoma alguns conceitos mencionados na discussão do primeiro experimento, mostra a variação de energia em gráficos e, ainda, introduz outros conceitos, como: poder calorífico; materiais; calor específico; massa; sistema aberto; caloria; densidade; variação de calor, energia, quantidade de matéria (em mol), combustível, luminosidade, massa molar. A professora fala das interconversões de energia ocorridas nos alimentos no interior dos organismos e introduz a sigla ATP. Assim, fica muito evidenciado a riqueza conceitual potencial que envolve o estudo de uma situação real.

Outros estudos demonstraram que em diferentes turnos de fala “a professora aponta possíveis conteúdos dos outros componentes e retoma conceitos da Química, contribuindo para a tomada de consciência dos estudantes da situação sob estudo” (COSTA BEBER & MALDANER, 2008). O que mais se observa é que os conceitos são recontextualizados, seja pela retomada ou pela introdução, para explicar o experimento ou situações cotidianas; essa forma de

desenvolvimento dos conteúdos e conceitos é adotada em todos os momentos durante o desenvolvimento da SE.

Na dissolução de hidróxido de sódio em água, foi feita a medição das temperaturas inicial e final e determinada a conversão energética no processo. O mesmo foi feito em reações químicas de neutralização ácido/base em meio aquoso. Durante esse estudo enfatizou-se as mudanças de estado físico, a transformação química, o calor específico da água e a energia envolvida em transformações físicas e químicas. Foram retomados, ainda, conceitos como concentração (em mol/L), reação de neutralização ácido/base. Em todas as atividades experimentais a professora põe ênfase na identificação do processo endotérmico e exotérmico.

Em sala de aula a professora retoma alguns conceitos, podendo elevar os níveis de significação e acrescenta outros; ela o faz com auxílio de uma apresentação no multimídia. Dessa forma, é feita a sistematização das atividades realizadas no laboratório e a recontextualização dos conteúdos. O material dos slides foi disponibilizado para os estudantes. Nessas aulas, excluindo os conceitos já mencionados, o ordenamento foi o seguinte: equilíbrio térmico, energia elétrica, entalpia, emissão de luz e calor, energia luminosa e térmica, temperatura do corpo humano e implicações biológicas. Durante as aulas seguintes, a professora busca, juntamente com os estudantes, significar os conceitos científicos necessários para o entendimento dos fenômenos observados nas atividades experimentais. A professora define como conceito de **energia química**: “*P: A energia liberada durante a combustão está associada à diferença de energia entre os produtos e reagentes e é conhecida como a energia química*”. Posteriormente, para melhorar o entendimento, define o conceito **calor**: “*P: quando há troca então de energia entre os sistemas, acompanhada de variação de temperatura chamamos essa energia de calor ou energia térmica*”; também, **equilíbrio térmico**: “*P: Um fato observado em diversos processos é que quando dois corpos estão em contato há transferência de um para o outro, até os dois atingirem um estado de mesma energia, que nós vamos chamar isso de equilíbrio térmico*” e de **conservação de energia**: “*P: A energia sempre é conservada. Se eu aumento a energia cinética, diminuo a energia potencial. A energia total sempre é conservada, Tá? É a primeira Lei da Termodinâmica*”. Embora os estudantes atribuam sentidos e significados aos conceitos durante as aulas é importante que a professora faça uma definição e faça a necessária negociação de significados, pois os conceitos científicos apresentam elevada complexidade pela sua abstração, difícil de ser contemplada pelos estudantes sem a mediação do professor. Deve notar-se que, mesmo havendo um esforço de sistematização de conceitos, por parte da professora, produzindo *slides*, notam-se problemas conceituais. Na definição de **energia química**, considera como variação de entalpia. Ao se referir à **conservação de energia** repete o princípio ou a primeira Lei, sem mencionar o que seriam as interconversões energia potencial/cinética em sistemas químicos desse tipo. E, ainda, define **equilíbrio térmico** como sendo aquele em que as energias dos sistemas em contato se igualem. Mostrar esses problemas pela pesquisa pode traduzir-se em importante meio de formação continuada de professores nesse processo de desenvolvimento de SE, no qual a professora participa.

Um conceito científico não existe sozinho, faz parte de um sistema que se encontra sub e supra ordenado. É assim com o conceito energia química. A própria proposta de entendimento de uma situação real leva a professora relacioná-lo com muitos outros conceitos, como mencionado antes. Após a professora explicar a Primeira Lei da Termodinâmica, essencial na compreensão do comportamento dos sistemas químicos em transformação, um estudante insiste em saber a fórmula e não o pensamento que a fundamenta. Para tanto, ela retoma o conceito de conservação de energia e aprofunda o seu significado, quando diz:

P: Há transformações de energia. A energia sempre é conservada. Se eu aumento a energia cinética, diminuo a energia potencial. A energia total sempre é conservada, Tá? É a primeira Lei da Termodinâmica.

Novos conceitos aparecem: energia cinética e potencial. Percebe-se que mesmo participando de uma organização curricular, na qual os professores estimulam o entendimento pela razão, há pelo menos um ano, por vezes, alguns estudantes sentem-se atraídos pela comodidade de simplesmente buscar ferramentas (como uma fórmula matemática) para memorizar e, posteriormente, reproduzir o que foi visto em sala de aula.

Estudantes envolvidos com a proposta curricular em sucessivas SE não aceitam a Ciência como verdade inquestionável, pelo contrário, questionam bastante para entender a lógica que fundamenta os conceitos. No entanto, é aceitável o posicionamento do estudante, pois não é fácil a mudança que implica sair da passividade e passar a não aceitar as imposições irracionais. Morin admite que “(...) existe grande dificuldade em reconhecer o mito oculto sob a etiqueta da ciência ou da razão” (2001, p. 30). Por isso, é preciso que haja constante questionamento do conhecimento científico sob o olhar da razão, caso contrário, ele adquire características de mito: ser uma verdade inquestionável, proveniente de um conformismo cognitivo.

Na recontextualização do conceito de calor ocorre o seguinte diálogo:

P: Então aquela história, fecha a janela pro frio não entrar. Fecha a janela pro calor...

Alunos: Não sair.

P: Não sair. Usamos o agasalho pra aquecer? Não. Nós usamos agasalho pra impedir que o calor do nosso corpo saia, então tu tá impedindo a transferência, tá? Então o calor é definido como transferência de energia térmica entre corpos de temperaturas diferentes.

O conceito **caloria** é definido: “*P: Então uma caloria corresponde a quantidade de energia pra elevar 1C a temperatura de um grama de água. E também ela pode ser dita no Sistema Internacional, caloria pode ser definida como (valor equivalente em) Joule*”. A professora fala da importância para a nossa sociedade da conversão de calor em trabalho. Retoma vários conceitos, como liberação ou absorção de energia, calor, processos endotérmicos e exotérmicos e define o conceito entalpia e sua variação em sistemas em transformação:

P: A variação de entalpia em reações químicas é definida como sendo a diferença de entalpia entre as substâncias formadas, que nós chamamos de produtos, e as substâncias iniciais que são (...) os reagentes, e a gente representa pelo “delta H”, tá? Então “delta H” da reação, o “H” representa o que? A entalpia...

A: O que é essa entalpia?

P: Tá! É a quantidade de energia, é a variação de energia que aconteceu naquela reação química. Tá? Então a variação de energia que aconteceu naquela determinada reação é dada: entalpia dos produtos menos a entalpia dos reagentes.

A: Como é que eu descubro a entalpia disso aí?

P: Sim, depois nós vamos vê; tem dois caminhos.

Vemos que a professora não consegue satisfazer a curiosidade do estudante em saber o que é entalpia! Este é um conceito pouco explorado no ensino médio, permanecendo-se em variação da entalpia, sem, no entanto, relacionar essa variação à interconversão de energia, por exemplo, potencial/cinética num sistema isolado. Isso resolveria satisfatoriamente a questão da “produção/consumo” de energia nas transformações químicas em contexto de Conservação de Energia. A professora perde uma grande oportunidade de significar um conceito muito importante para o entendimento de energia química. Ao invés de explicar esse conceito pelo pensamento que caracteriza a Ciência Química, portanto, pelas interações entre partículas e consequentes interconversões energéticas, é feita a simples repetição da definição que havia sido dada, anteriormente; não há qualquer negociação de significado, apenas a imposição de uma verdade.

A professora pôde ressignificar, ainda, conceitos como: energia mecânica, matéria, conservação de massa, proporção em massa dos elementos nas substâncias, resistência elétrica e elétrons. A partir disso, desenvolveu um programa tradicional de calcular variações de entalpia em transformações químicas. Durante as aulas, mesmo com questionamentos feitos pela professora, os estudantes não interagiram muito, passaram a participar mais e questionar durante a realização dos cálculos. A própria professora teve postura bastante tradicional! Nesse campo todos se sentem mais seguros, como observado em outros contextos de estudo de inovação curricular,

(...) há dificuldade em romper com o sistema linear de conteúdos e conceitos, voltando à forma habitual de trabalhar, justapondo conteúdos já organizados, esquecendo que a SE deve produzir uma sistematização nova, tecendo a situação e produzindo sentidos na busca de seu entendimento. Houve e há sempre a preocupação com o velho modelo epistemológico de formação propedêutica (KINALSKI et al, 2007, p. 361).

Ainda segundo esse estudo relatado, a realização de debates entre os professores na escola ou juntamente com o grupo de pesquisa e o próprio dia-a-dia escolar permitem a superação dessas limitações, e a cada dia enfrentam-se novos obstáculos e encontram-se novas possibilidades de soluções.

Nas discussões relativas aos experimentos foi possível verificar a utilização de palavras, ora mais próximas, ora mais distantes do significado que possuem no contexto da ciência e se tornam conceitos. Isso mostra que os conceitos não ocorrem isoladamente, mas constituem um todo, um sistema. O pensamento sobre o mundo de uma determinada maneira exige esses sistemas conceituais. Significar um sistema de conceitos na relação pedagógica é um longo processo. Entende-se que as relações estabelecidas entre os conceitos significados nessa SE constituem um sistema conceitual motivado pela necessidade de compreender o fenômeno da energia química. Ele foi organizado a partir das significações em aula e representado na figura 2.

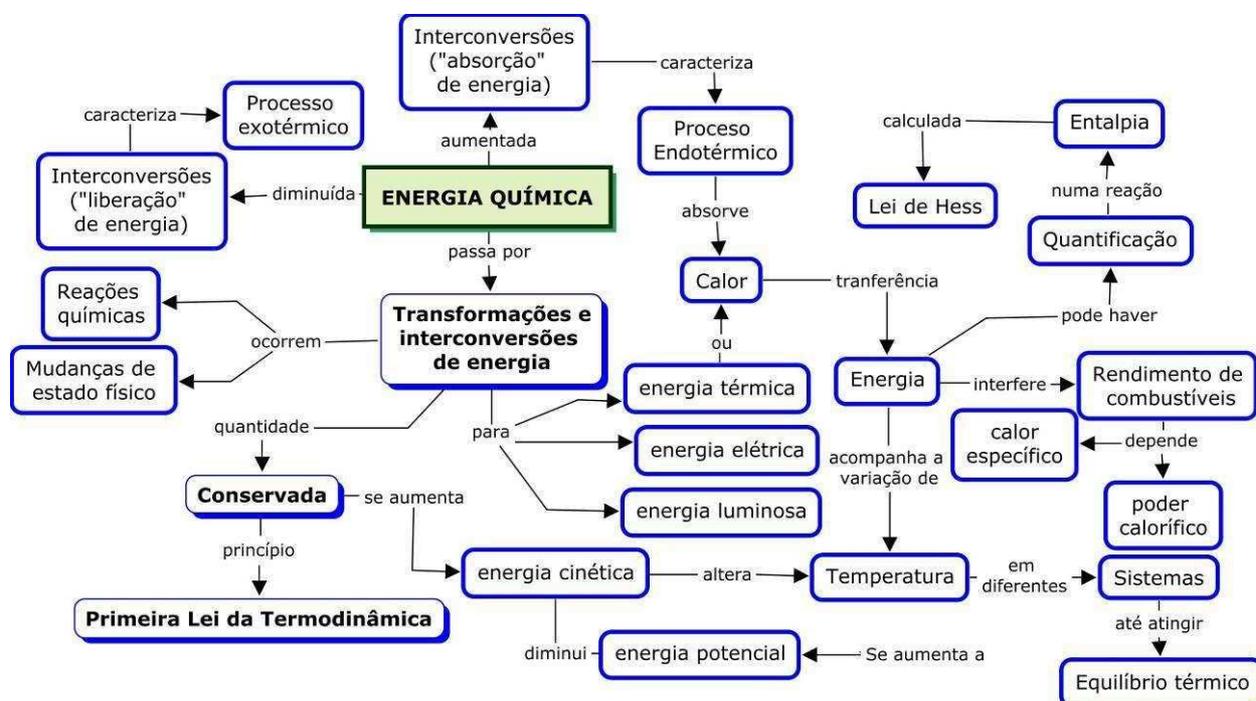


Figura 2: mapa metaconceitual energia química

Durante o desenvolvimento da SE foram introduzidos e retomados muitos outros conceitos científicos escolares estabelecendo diversas relações, no entanto, o mapa conceitual representa àqueles considerados menos dispensáveis ou essenciais para o entendimento do conceito energia química. Percebe-se que a tentativa de explicar situações reais com os conhecimentos científicos requer a significação e ressignificação de muitos conceitos, os quais se articulam em diversos momentos. Explícito e organizado em mapa, torna-se instrumento útil de retomada das aulas e de reflexão do aprendido de alguma forma. Muitos extrapolam os campos disciplinares, mas neste relato deu-se ênfase aos conceitos necessários para o entendimento da situação sob o ponto de vista da Química.

O diálogo entre as disciplinas é favorecido quando os professores dos diferentes componentes curriculares focam, como objeto de estudo, o contexto real – as situações de vivência dos alunos, os fenômenos naturais e artificiais, e as aplicações tecnológicas. A complexidade desses objetos exige análises multidimensionais, com a significação de conceitos de diferentes sistemas conceituais, traduzidas nas disciplinas escolares. As situações reais “despertam muita curiosidade, participação e empenho dos estudantes em conhecê-las sob múltiplas dimensões, permitindo estruturar os conhecimentos científicos escolares” (MALDANER et al, 2007, p. 113). Não basta uma justaposição de várias disciplinas para atingir a competência crítico-analítica mencionada. Trata-se da construção de um novo saber a respeito da realidade, recorrendo-se aos saberes disciplinares e explorando ao máximo os limites e as potencialidades de cada área do conhecimento. O objeto de estudo é o mesmo, mas levará a um novo saber, que não é necessariamente da Física, da Química ou da Biologia, mas um saber mais amplo sobre aquela situação, aquele fenômeno. Essa interpretação da interdisciplinaridade pertence ao campo epistemológico, pois é a própria complexidade do objeto que se pretende conhecer que exige ultrapassar fronteiras disciplinares.

CONSIDERAÇÕES

O sistema conceitual envolvido no processo de entendimento das transformações visíveis na matéria, relacionando-os aos fenômenos energéticos, foi analisado em apenas três semanas de aula dentro do desenvolvimento de uma SE. Além disso, a análise teve como foco só um dos componentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, outros conceitos e articulações foram feitas nas aulas dos outros componentes envolvidos no estudo. Deve-se, por isso, considerar a validade restrita das conclusões. Ficou bastante evidenciado que o estudo de situações reais, desde que desenvolvido com as características desejadas, é rico conceitualmente. Alguns significados e sentidos são produzidos em nível de maior ou menor abstração. Uma das características pertinentes para manter o sistema conceitual da situação em estudo e motivar a participação dos estudantes nas aulas é deixar sempre em evidência o foco do estudo, que nesse caso, tratava da energia química. Além de uma situação atrativa para os estudantes é importante incentivar suas manifestações e a superar sua passividade induzida pelo currículo tradicional em que só o professor tem responsabilidade pela “boa aula”.

A significação de um conceito nas aulas de Química envolve um sistema conceitual próprio do componente e, também, transdisciplinar. No desenvolvimento de sucessivas SE defende-se a importância de focar o mesmo objeto de estudo na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para não fragmentar esses sistemas e, assim, os estudantes possam estabelecer inter-relações entre os conceitos de cada componente e na forma transdisciplinar e complementar nos outros componentes.

Para o entendimento do conceito energia química foi necessária a produção de sentidos e significados para muitos outros conceitos que compõem um sistema que se encontra super e subordinado. Ao explicar situações reais com base no conhecimento científico produz-se um novo pensamento sobre o mundo, mais racional e mais preparado para a ação no meio

tecnossocial contemporâneo. Pode-se avaliar, durante o desenvolvimento da SE, com o foco de análise mais voltado para o esforço da professora em abranger o conjunto dos conceitos para a significação das interconversões de energia em sistemas químicos, que ela foi bem sucedida. Apesar de problemas de precisão conceitual, houve esforço para atender ao planejamento coletivo da SE. Os problemas e dificuldades constatados foram retomados no coletivo do Gipec, em atitude de formação continuada de todos os seus membros.

O mapa metaconceitual, decorrente do acompanhamento e descrição das aulas, mostrou-se instrumento útil para a retomada da SE no contexto da discussão do grupo em que participa a professora da escola. Ele permitiu a tomada de consciência da necessidade de outras ênfases a serem dadas em futuras aplicações, bem como os vazios deixados para dúvidas dos estudantes.

Reafirma-se, por fim, que o estudo de uma situação real, de forma interdisciplinar, como é o caso das SE proposta para o Ensino Médio, possa superar a fragmentação dos conteúdos e conceitos do currículo escolar. Rompe-se com saberes desconexos, divididos e compartimentados, uma das críticas mais contundentes dirigidas ao currículo tradicional, pois ele pouco desenvolve competências e habilidades para um agir mais racional, fundamentado em vários saberes.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, L. DE S. COTIDIANO. **Mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia.** DISPONÍVEL EM:

<[HTTP://WWW.SCIELO.BR/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0101-32622005000200004&LNG=PT&NRM=ISSO](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32622005000200004&lng=pt&nrm=isso)> ACESSO EM: 18 DE SETEMBRO DE 2008.

COSTA BEBER, L.; Maldaner, O. A ação pedagógica na recontextualização de conteúdos científicos em um currículo fundamentado em Situações de Estudo. In: **Anais da 31ª RASBQ**, 2008. Cd. Meio digital.

KINALSKI, A. C.; et al. Situação de estudo: proposta transdisciplinar da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio do Centro de Educação Básica Francisco de Assis. Galiuzzi, M. do C.; et al (org.). In: **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. P. 357-373.

LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MALDANER, O. A.; et al. Currículo Contextualizado na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: SE. Zanon, L.; Maldaner, O. (org.). In: **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. P. 108-138.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; Revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 3.ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. V. 01.

VIGOTSKI, L. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

_____. **Pensamento e Linguagem.** Tradução de Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

AGRADECIMENTOS: Aos sujeitos da pesquisa, ao Gipec-Unijuí e à FAPERGS.