

# **CURRÍCULO POR ÁREA DE CONHECIMENTO NO ENSINO MÉDIO: POSSIBILIDADES CRIADAS COM SITUAÇÕES DE ESTUDO NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA**

## **CURRICULUM FOR AREAS OF KNOWLEDGE IN HIGH-SCHOOL: POSSIBILITIES CREATED WITH SITUATIONS OF STUDY IN SCIENCES**

**Milton Antonio Auth<sup>1</sup>**

**Maria Cristina Pansera de Araújo<sup>2</sup>, Otavio Aloisio Maldaner<sup>3</sup>, Laís Basso Costa Beber<sup>4</sup>,  
Aniara Ribeiro Machado<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia – UFU/FACIP – auth@pontal.ufu.br,

<sup>2</sup>Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI/DBQ pansera95@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI/DBQ, maldaner@unijui.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI/Licenciatura Química,  
laisbeber@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI/Licenciatura Física,  
animachado@yahoo.com.br

### **Resumo**

Este trabalho apresenta resultados de pesquisa realizada durante o desenvolvimento da Situação de Estudo (SE) “Interconversões de energia em processos biofísicoquímicos”, concebida e desenvolvida por professores de Biologia, Física e Química, em turma de 2ª série do nível médio, tendo Energia como conceito unificador do processo. Foi dada ênfase a produções de estudantes apresentadas num momento de sistematização coletiva, através de seminário, envolvendo os três componentes curriculares da área das Ciências da Natureza. Em contraste com as suas produções textuais, que continham traços de reprodução bastante similares aos disponíveis em livros e em sítios da internet, as produções interdisciplinares e a exposição oral dos trabalhos exigiram deles estudos, retomadas de conhecimentos e preparações que contribuíram tanto para estabelecer novas interações pedagógicas quanto significações conceituais. Foram observados avanços expressivos na compreensão conceitual do fenômeno das interconversões de energia no decorrer das reflexões, apresentações e discussões propiciadas no seminário.

**Palavras-chave:** Situação de Estudo; Significação Conceitual; Conceito Unificador Energia.

### **Abstract**

This work presents the results of a research carried out during the development of the situation of Study (SS) “inter-conversions of energy in biophysical-chemical processes”, conceived and developed by Biology, Physics and Chemistry teachers in a 2<sup>nd</sup> year high-school class, having Energy as the unifying concept of the process. It was given emphasis to the students’ productions presented in a moment of collective systematization through a seminar involving the three subjects of the area of Sciences. In contrast to their individual productions, which contained characteristics of reproduction from books and internet sites, the interdisciplinary productions and the oral presentation of the works demanded from the students some efforts, preparation and retaking of knowledge that contributed to establish new pedagogical interactions and conceptual significations.

It was observed expressive advances in the conceptual comprehension of the phenomenon of inter-conversions of energy throughout the reflections, presentations and discussions propitiated in the seminar.

**Key words:** Areas of knowledge, Conceptual signification, Unifying Concept, Energy.

## INTRODUÇÃO

A escola é o espaço de recriação cultural junto às gerações mais jovens possibilitada através da sistematização e discussão de conhecimentos produzidos pela humanidade, ao longo do tempo. Para isso, professores e especialistas fazem escolhas dentro de um amplo espectro de possibilidades, configurado num currículo que, ao longo da história, vai se tornando mais ou menos uma prática curricular aceita como oficial. Através de novos estudos sobre currículo e certas disposições e sugestões oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) ou as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) tenta-se interferir nessa prática, chamando a atenção para novas necessidades históricas. A preocupação com os conteúdos escolares e as possibilidades de organização dos mesmos na sala de aula, por exemplo, é questionada e pesquisada, nos seus mais diversos aspectos por vários autores entre os quais citamos Santos & Grecca (2006), Moraes e Mancuso (2004), Galiazzi et al (2007), Lopes & Macedo (2002), Macedo & Lopes (2002). Alguns grupos de pesquisadores têm assumido o compromisso de estudo de situações cotidianas e sua relação com o conhecimento escolar, tomando uma postura propositiva de organizar um novo currículo, tanto nas escolhas de conteúdos escolares quanto nas propostas pedagógicas, como as que partem das interações sociais vivenciadas pelos estudantes (autores, 2007a; Boff, Frison e Del Pino, 2007, Galiazzi et al, 2007, Gehlen et al, 2008).

Diferente do que dizem as avaliações sobre as aprendizagens escolares, consideradas muito aquém do necessário para a inserção cultural dos escolares, estudos sobre mudanças nas ênfases curriculares mostram que cada estudante é capaz de aprender nos espaços escolares à medida que sejam propiciadas condições para tal. Essas condições precisam ser produzidas dentro das instituições escolares, abrindo espaços de produção curricular aos professores em interação com outros educadores que se ocupem com a melhora da educação escolar, como são, por exemplo, muitos grupos de formadores de professores nas licenciaturas. Nesses grupos, a pesquisa educacional torna-se aliada da mudança da escola.

Experiências anteriores ensinaram-nos que a elaboração de um novo modelo pedagógico só acontecerá se esse for instaurado na forma de produção coletiva de professores e estudiosos de currículos e propostas escolares em ciências e nos demais componentes. [...] Criadas as condições interativas, a pesquisa torna-se aliada de todos e passa a ter uma finalidade muito além de satisfazer algum desempenho acadêmico. A pesquisa, ligada à melhora do processo pedagógico, é imprescindível para professores de escola, professores universitários, estudantes da educação básica e acadêmica (autores, 2007b, p.243).

Não se pode esquecer que a escola é um ambiente de sistematizações de conhecimento, em que prevalece a intencionalidade da aprendizagem de certo conteúdo e num determinado nível conceitual. O conteúdo escolar é produzido a partir dos conhecimentos sistematizados pelas ciências e das próprias condições amplas das escolas. A questão é: qual o processo pedagógico mais adequado na significação dos conteúdos e conhecimentos selecionados? Para responder a essa questão, parte-se da hipótese de que é na busca da compreensão das vivências dos estudantes em novo nível de generalidade que a aprendizagem é melhor. Muitas propostas curriculares inovadoras estão alicerçadas na convicção de que essa hipótese possa ser sustentada. Uma delas é a proposta da organização curricular por sucessivas Situações de Estudo.

É essencial aos professores de escola participar da produção dos currículos que desenvolvem em suas salas de aula. Coletivamente três Situações de Estudo (SE) foram elaboradas, desenvolvidas e acompanhadas pela pesquisa, numa primeira série do Ensino

Médio. A investigação realizada permite afirmar que as sucessivas SE modificam expressivamente a lógica de introdução dos conteúdos e dos conceitos abordados, tanto no que diz respeito à área quanto a cada componente disciplina (autores, p.1, 2007).

Com Situações de Estudo, a realização de atividades curriculares escolares é proposta com base em estudo por temas. Estudo é o compromisso de professores e estudantes desde o início na busca da compreensão da situação ou do tema proposto. Por ser uma situação prática, isto é, do mundo real (natural, tecnológico, social), a compreensão exige a abordagem de diversas dimensões que se cruzam no tema. Trabalha-se, assim, com maior grau de complexidade do que se costuma fazer com componentes disciplinares tradicionais da área das Ciências da Natureza. Isso requer ações também diferenciadas. Considera-se conveniente a adoção de propostas mais gerais, que permitem identificar aspectos também mais relevantes das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Um olhar de maior amplitude leva a compreender melhor os aspectos teóricos das explicações científicas para os diversos fenômenos possíveis dentro de uma situação. Os conceitos introduzidos para produzir entendimentos novos sobre a situação, abstratos por natureza, adquirem significado nas interações pedagógicas produzidas na aula.

No contexto da SE “Interconversões de energia em processos biofísicoquímicos”, atenção especial foi dada ao conceito energia. Este permite olhar as transformações extrapolando o aspecto da constatação e proporcionando perceber algo que perpassa todos esses processos que envolvem transformações, bem como ao conceito escalas, que de certa forma está associado aos outros conceitos, pois faz parte dos processos científicos que implicam realizar medidas e avaliações, e fazer comparações acerca do alcance e limites das próprias teorias. Esta opção está ancorada na idéia dos *conceitos unificadores*, propostos por Angotti (1991), e também está presente no Movimento de Reorientação Curricular, implantado pela Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de São Paulo, na década de 90.

Sabe-se da natural dificuldade que os estudantes da educação básica possuem na compreensão de situações que envolvem Energia. Este conceito representa uma grandeza não palpável, não modelável e nem “coisificável” e pode deixar a impressão de aparecer e desaparecer, instantaneamente, como o que ocorre ao se fechar e se abrir circuitos elétricos, implicando dificuldades de significação intrínseca ao conceito por exigir elevado grau de abstração. Em Autor (2002) e Angotti (1991), vemos que as diversas manifestações naturais relacionadas ao conceito de energia, indicam que este está associado a formas, como a eletricidade e o calor, a interações e a posições, constituindo um “agente das transformações”. Além disso, ao incorporar os conceitos de transformações e regularidades e utilizar ferramentas de grande generalização e condensação, como a matemática, para instrumentalizar transformações e conservações, atinge maior grau de abstração.

Se, por um lado, ao conceito de energia são associadas dificuldades de compreensão (e é conveniente que o seja para não tratá-lo de forma simplista), por outro lado este pode representar ganhos expressivos para o processo de ensino-aprendizagem, como elo entre conhecimentos e fenômenos biológico-físico-químicos. Ou seja, por estar presente em várias esferas do conhecimento, como na área das Ciências da Natureza, tem potencial para associar conhecimentos, que em geral são vistos como separados uns dos outros. Conforme Angotti, (1991:136),

a utilização sistemática das transformações de energia nos eventos, associada a sua conservação total para sistemas isolados, pode facilitar no ensino de Ciências Naturais a apreensão de unidades de conhecimento. Permite totalizações entre fragmentos dos escopos da Física, Química e Biologia e de outras ciências congêneres, como Geologia e Astronomia, além de totalizações a nível intradisciplinar.

Nessa perspectiva, para auxiliar o processo da articulação de conhecimentos no ensino da Área das Ciências da Natureza, foi escolhido o conceito energia como elo de ligação para estruturar os conhecimentos escolares disciplinares da mesma. Este conceito apresenta características que permitem evidenciar o que é mais geral nos processos biofísicoquímicos enfocados na Situação de Estudo, e o que é essencial em cada componente para poder estabelecer as relações necessárias.

O trabalho insere-se na linha de desenvolvimento de currículo e formação docente e

apresenta parte da pesquisa realizada na elaboração e implantação da (SE) “Interconversões de energia em processos biofísicoquímicos”, no Ensino Médio de uma escola de Educação Básica, na interação entre Universidade-Escola. Ela foi proposta e desenvolvida para articular conteúdos da 2ª série do ensino médio: termodinâmica, termoquímica, respiração e metabolismo celular, como características dos seres vivos. Energia é um conceito unificador, que transita pelos três componentes disciplinares, com facilidade, e quando os professores estão atentos para a questão, reconhecem o seu *status* e criam condições para que os estudantes se apropriem de seus significados de modo mais efetivo. Os professores de Biologia, Física e Química da escola em questão, numa parceria colaborativa com o Grupo de pesquisa X/Universidade X, vêm modificando o modo de apresentar e discutir os conteúdos em sala de aula a partir de Situações de Estudo. Como principal característica, a atividade escolar torna-se uma atividade de estudo de professores e estudantes sobre um real dado para o qual as vivências de estudantes e professores contam muito para a dinâmica das aulas. Com facilidade, afloram conhecimentos, curiosidades, dúvidas que se traduzem em novas questões para serem estudadas. Muitas vezes, o professor ou a professora, simplesmente, introduz um novo conceito que já possibilita uma nova compreensão, mas em outras há necessidade de programar atividades complementares, como buscar novas informações, promover palestras por especialistas, fazer entrevistas com pessoas da comunidade e outras. Isso torna mais dinâmicas as aulas e ela se torna uma construção coletiva e não mais de responsabilidade exclusiva da professora ou do professor.

Estudantes e professores que desenvolveram a SE das Interconversões de Energia, objeto do presente trabalho, já tinham boa experiência nessa modalidade de aulas com o desenvolvimento de várias SE na primeira série do ensino médio. Objetivou-se analisar como a prática interdisciplinar proposta na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias concretiza-se no desenvolvimento da mesma, identificando o conceito unificador energia como sistematizador e problematizador da evolução da compreensão conceitual dos estudantes sobre o tema. O foco do olhar foi a produção dos estudantes em avaliação de caráter inter e transdisciplinar, com base nos textos elaborados e nas narrativas orais quando da apresentação dos mesmos.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa qualitativa foi realizada com alunos de uma turma de 2ª série do Ensino Médio, envolvendo os componentes curriculares da área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A base do material empírico consistiu de registros centrados em produções teóricas dos estudantes e vídeo-gravações do seminário de apresentação das produções interdisciplinares e sistematizadoras do desenvolvimento da SE “*Interconversões de energia em processos biofísicoquímicos*”.

As transcrições das videograções, produções textuais e cópias de avaliações referentes à sistematização da SE, envolvendo os componentes de Biologia, Física e Química permitiram identificar os conceitos mais representativos, como se inter-relacionam e como se tornam inter e transdisciplinares. Os episódios com turnos de falas sobre o mesmo tema foram numerados para identificação e, no presente trabalho, seguiu-se a sequência de escolha a partir do material transcrito (Episódio 1, Episódio 2,...). Os professores foram identificados pela letra P seguida de números arábicos (P1, P2,...), e os alunos pelas letras AL, também, numerados (AL1, AL2,...), para distinguir um do outro.

A análise procurou evidenciar o aprendizado dos estudantes tendo como base uma avaliação realizada com questões tradicionais, individualmente respondidas por escrito, e outra centrada na elaboração coletiva de textos (por grupos de estudantes) e respectiva apresentação oral, num seminário da turma. Nesse caso, os conteúdos/conceitos biofísicoquímicos envolveram os seguintes tópicos: energia mecânica (cinética e potencial), elétrica (de origem hidrelétrica, eólica, solar); química, nuclear, solar e formas de energia provenientes de combustíveis, alimentos e biomassa.

Os estudantes foram organizados em duplas com a finalidade de elaborar um texto escrito e uma apresentação oral sobre os diferentes tipos de energia. O episódio 1 apresenta como as

professoras organizaram a sistematização escrita e a apresentação oral.

*Episódio1 - Organização da Sistematização final Escrita e Oral: P1. Trabalho e energia cinética será apresentado pelos estudantes AL3 e AL4. Os conceitos ou conteúdos envolvidos, como nós havíamos combinado, ele precisa, pelo menos, tratar o conceito de energia, energia cinética, equações que envolvem esse conceito e as aplicações tanto na Física, quanto na Química, quanto na Biologia, tá? Vocês foram avisados e informados, né [...] Que vocês precisam apresentar oralmente, vocês precisam apresentar esse texto por escrito, vocês precisam ter domínio no assunto, organização e a criatividade vão ser avaliados tá? Não ser avaliados por P2, que vai acompanhar direto, e por mim. A P3 está acompanhando a turma 231, depois ela só vai ver os comentários que fizemos. Segundo grupo: a **energia potencial**, [...], terceiro grupo: **energia química**, [...], quarto grupo: **energia nuclear**; [...]; cinco, o da **energia solar**; sexto grupo: **energia eólica**; sete: **energia hidrelétrica**; oito: **energia dos alimentos**; nove: **energia dos combustíveis**; e dez: **energia da biomassa**. [...]*

As transcrições das videograções e as sistematizações escritas foram analisadas com base na análise textual discursiva proposta por Moraes & Galiuzzi (2006), em que a separação dos textos em unidades de significado foi realizada, visando identificar a evolução da compreensão conceitual e da significação dos conteúdos trabalhados/apresentados pelos estudantes de forma escrita ou oral. Na análise dos dados produzidos, foi dado destaque ao que disseram estudantes e professoras no momento das discussões sobre o que foi apresentado no seminário de avaliação. Valorizou-se, assim, um momento de intensa interação entre os sujeitos e rico em significação conceitual sobre os processos abordados.

Reitera-se a importância da verbalização e dos registros do que é expresso, pois a partir das constatações feitas é que se constituem novos entendimentos, significados e diálogos, inerentes à natureza humana, que envolve mais do que a troca de palavras ou frases entre sujeitos. Em Bakhtin (2002, p.123) vemos que o diálogo constitui “uma das formas da interação verbal”, de intercâmbio entre pessoas. Contudo, na esfera educacional o diálogo possibilita abertura ao que o outro diz para que as opiniões dos interlocutores sejam valorizadas ao mesmo tempo em que as palavras adequadas para a linguagem científica sejam ditas e significadas.

A verdadeira substância da língua não é constituída por um sistema abstrato de formas lingüísticas nem pela enunciação monológica isolada, nem pelo ato psicofisiológico de sua produção, mas pelo fenômeno social da interação verbal, realizada através da enunciação ou das enunciações (BAKHTIN, 2002, p. 123).

Na análise dos dados produzidos, foi dado destaque ao que disseram estudantes e professoras no momento das discussões sobre o que foi apresentado no Seminário de avaliação. Valorizou-se, assim, um momento de intensa interação entre os sujeitos, que são potencialmente ricos em significação conceitual sobre os processos abordados, mesmo que os sentidos atribuídos às palavras, representativas dos conceitos em elaboração, ainda tenham sentidos diferentes dos sentidos que lhes são atribuídos pelo conhecimento científico sistematizado.

## RESULTADOS

Ao propor uma mesma Situação de Estudo para os diferentes componentes disciplinares de uma área do conhecimento, algumas rupturas acontecem de maneira mais tranqüila, como a sequência tradicional dos conteúdos de um componente. Outras são mais difíceis de acontecer. Os estudos de acompanhamento do desenvolvimento de várias SE já realizados mostraram que deslocar um determinado bloco de conteúdo escolar de bimestre ou trimestre é facilmente aceito pelos professores; até mesmo de um ano para o outro. Porém, dentro do bloco de conteúdo, digamos, termoquímica, a manutenção da sequência dos conhecimentos escolares e os conceitos com que eles costumam ser tratados permanecem tradicionais. O ideal é que os conhecimentos e conceitos científicos sejam trazidos para o contexto da SE na medida da necessidade de produzir entendimentos da situação sob

estudo. Nas aulas acompanhadas não se verifica isso em muitos momentos, pois os professores costumam inserir conceitos que não precisariam ser significados naquele momento ou deixam fora outros que seriam importantes. Nesses momentos esquece-se o objetivo proposto de entender uma situação e força-se a entrada de conteúdos que não esclarecem e não enriquecem o texto curricular em construção. Permanece, assim, um misto de currículo renovado e tradicional.

A análise da avaliação evidencia muito bem os espaços contraditórios que são produzidos no desenvolvimento de uma inovação curricular no campo da prática. Por um lado, permanece a forma tradicional de avaliação, limitada a questões que engessam as respostas em certas ou erradas ou exigem apenas a aplicação de uma fórmula que leve a uma única resposta, e deixam pouca margem para a intervenção pedagógica e consequente reorientação quanto a sentidos e significados que possam ser produzidos no processo avaliativo. Também produções textuais realizadas por boa parte dos estudantes indicam traços de reprodução bastante similar com o que está disponível em livros e na própria WEB. Esse fato é exemplificado pela transcrição de partes de um dos textos entregue pelos estudantes.

Parte texto 1: Quando elevamos um corpo de peso  $P$  até certa altura  $H$ , como sugere a figura acima (observação não tem figura no texto escrito pelo aluno), o trabalho realizado pela força levantadora pode ser obtido pelo teorema da energia cinética. (trabalho Energia Potencial - AL8)

Isso mostra que o próprio estudante, bastante acomodado e apassivado, já aceitou a escola que lhe exige pouco compromisso com sua própria formação. Mais pode valer o ritual da entrega de um trabalho do que o seu desenvolvimento intelectual pelo esforço de produzi-lo com qualidade.

Por outro lado, uma prática avaliativa inovadora também foi proposta para as SE por área de conhecimento no ensino médio: na finalização da SE os professores propõem uma processo de avaliação que envolve os três componentes da área e outros temas de maior amplitude ou temas transversais. Nessa prática, os professores da área elaboram questões de avaliação que exigem conhecimentos inter e transdisciplinares, além dos conhecimentos disciplinares. A atribuição de valor para as produções dos estudantes é, também, feita no coletivo dos professores no que se refere à qualidade da produção como um todo, mas o professor de cada componente disciplinar olha a coerência da mesma elaboração do estudante dentro de sua disciplina. No caso da SE “Interconversões de Energia em Processos Biofísicoquímicos” isso aconteceu em forma de seminário. Nesse seminário, avanços mais expressivos ficaram evidentes nas reflexões, apresentações e discussões realizadas. As produções inter e transdisciplinares e a exposição oral exigiram dos estudantes estudos, retomadas de conhecimentos e preparações que contribuíram tanto para estabelecer novas interações pedagógicas quanto significações conceituais. As ações realizadas na forma de seminário, tendo como base produções textuais prévias já realizadas em coletivos, permitiram enfoques mais amplos, a exemplo do que ocorreu no desenvolvimento da Situação de Estudo e, ao mesmo tempo, enfoques adequados para as respectivas unidades disciplinares da Biologia, Física e Química.

O episódio 2 trata da energia das ondas, da energia potencial e cinética, e mostra como os conhecimentos trabalhados pelos estudantes nos textos escritos vão sendo solicitados pelo grupo que está apresentando e permitem novos diálogos de significação com a mediação das professoras. A AL4 que não tinha apresentado o seminário disponibiliza seus conhecimentos para complementar as afirmações feitas por AL6. Este episódio mostra-se muito rico nas interações produzidas que resultam numa nova possibilidade de conhecer.

***Episódio 2: Energia das ondas, Potencial e Cinética:** P1 Pode começar. AL6, então, com a energia das ondas P2 está colocado. AL6. Meu trabalho é sobre a energia das ondas. Então, essa energia é obtida semelhante à hidrelétrica, é usada as ondas, assim, é construída uma barragem, daí quando vem as ondas, daí tem uma turbina que quando vem a onda assim ela tipo feito uma câmara, daí quando a onda vem empurra as massa de ar que tá dentro e daí faz a turbina girar. [...]. Ela é mais usada no Japão e na Inglaterra. Que lá não existe muitos rios e coisa daí não tem a forma, e energia nuclear também é bastante usada nesses países.[...] P2. Quais os tipos de energias assim envolvidas nesse processo?, AL6. Como*

*assim? P1. Desde o início, baixa a figura, a imagem lá... P2 Isso. Desde o início, lá do primeiro. P1 Ali ó, que energias você tem ali envolvidas pra que gere energia elétrica. P2. Até chegar em energia elétrica. AL6 a energia cinética, e a do movimento mesmo. P2. Dos movimentos né? De quem? Da água o movimento né? AL6. É daí a energia, a força gravitacional do sol e da lua que interferem nas marés também... AL4 A energia cinética mais a potencial e a mecânica originam energia elétrica. P1. AL4 vamos de novo... AL4 Até aonde ficar em cima tu tem energia potencial, aí quando ela desce é energia cinética, aí soma as duas e tem energia mecânica e daí gira lá o rotor e gera energia elétrica. P1. Viu, Ela conseguiu, vejam ali, ela conseguiu aplicar o que ela pesquisou no trabalho. AL4. A energia potencial é quando a onda sobe e a energia potencial é quando um corpo ou uma área que sobe e desce. P1. Sobe e daí o quê que ele vai ter mais quando ele sobe? AL6 Ele vai aumentar a energia potencial... P2. Falar em energia potencial, como é que a gente trata a energia potencial quimicamente? AL4. No aumento da temperatura. P2 No aumento da temperatura o quê que acontece? Aumenta a energia potencial? AL4. Quando chega, digamos, a energia potencial tá alta, aí quando começa a ocorrer as mudanças químicas de energia cinética. P2. Mas se eu pensar numa reação química, numa combustão, na queima, vamos pensar na queima. AL4. É, quando a energia é a maior temperatura possível é a maior energia potencial. P2. E em termos das interações químicas que vão segurar os átomos unidos, como é que nós chamamos a energia da ligação química? Por que ali gente também vai ser quebra de ligações químicas, formação de novas ligações tá? Rompimento, também a nível molecular acontece. [...] Lembre que a energia total sempre é conservada né? Pode aumentar a potencial, diminuir a cinética e assim por diante. A total sempre é conservada.*

O episódio mostra que as significações conceituais aconteceram em diferentes níveis, alguns ainda incipientes em relação ao que é aceito como científico. Mas isso é compreensível e aceito para um processo de aprendizagem em nível de formação básica. Vejamos algumas evidências no episódio 3, selecionado das transcrições das aulas.

**Episódio 3: Substâncias e ligações químicas:** *P1. Por que a gente diz que dentro da pilha é energia química?; AL1. Porque os elementos químicos estão reagindo ali; P1. Substâncias...; AL1. Substâncias!; P1. Substâncias que estão reagindo...; AL1. Substâncias químicas estão reagindo ali.; P1. Formando? Novas substâncias. Lembrem, então, vai acontecer processos de quebra de ligações né? E formação de novas ligações.; AL2. Nas pilhas secas, tipo que tem os elementos, ela é composta de Zn, grafite e MnO<sub>2</sub>.; P1. Manganês.; AL3. Daí tipo ela pode evoluir pra MnO.; P1. Oxido de manganês.; AL3. Daí entre parênteses OH.; P1. Hidróxido de manganês.; 285) AL3. Isso ficou pouco compreensível; AL1. É tipo, eu achei também que essas reações dentro da pilha muitos detalhes não foram bem entendidos porque era muito complexo. Não foram muito entendidos.*

No episódio vemos que a professora insiste com os alunos para que utilizem as palavras adequadas, como substância, para que a significação conceitual ocorra. De acordo com Vigotski (2001) a posse de uma palavra nova é o primeiro passo para que o significado do conceito comece a evoluir. Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Inicialmente a palavra é uma generalização do tipo mais elementar, mas à medida que esta é retomada e significada e/ou o intelecto se desenvolve, generalizações de um tipo cada vez mais elevado vai se tornando possível, o que leva a formação dos verdadeiros conceitos. Mas este é um longo caminho que, com certeza, se estende para além da educação básica.

Vigotski (2005) também contribuiu para com análise ao tratar da importância do uso das palavras dentro do contexto linguístico. Apoiado em Tolstói, que ressalta a necessidade de oportunidades que a criança precisa para adquirir novos conceitos e palavras a partir do contexto linguístico geral, afirma. Quando a criança

[...] ouve ou lê uma palavra desconhecida numa frase, de resto compreensível, e a lê novamente em outra frase, começa a ter uma idéia vaga do novo conceito: mais cedo ou

mais tarde ela ... sentirá a necessidade de usar essa palavra – e uma vez que a tenha usado, a palavra e o conceito lhe pertence (p.143).

Isso significa, de acordo com Vigotski (2001, p. 105), que a transmissão deliberada de novos conceitos a um estudante, isto é, de forma direta e dissociada daquilo que já conhece ou é capaz de compreender é “tão impossível e inútil quanto ensinar uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio.” Em outras palavras, a teoria, nas suas ações do cotidiano, pode não lhe significar nada se dissociada da prática. Não é só o conteúdo de uma palavra que se altera num processo de interação e significação, pois há mudança também no modo pelo qual a realidade é generalizada e refletida em uma palavra. Aliás, a mente se defronta com problemas diferentes quando ocorre a aprendizagem dos conceitos na escola e quando essa ocorre no cotidiano, pois aí depende dos seus próprios recursos. Ao envolvermos um jovem num processo sistemático de conhecimento, ensinamos-lhe muitas coisas que ele não consegue ver ou vivenciar diretamente.

É importante ao professor entender, e considerar no processo de ensino-aprendizagem, que são diversos os sentidos produzidos pelos estudantes, cada um de acordo com a base conceitual e as experiências de vida<sup>1</sup> que já possui, os quais influenciam diretamente a aprendizagem dos significados da ciência por parte dos estudantes.

Vygotski considera dos aspectos del lenguaje en apariencia contradictorios y, sin embargo, complementarios en su estructura más profunda. Nos referimos a las ideas de *sentido* y *significado*. Mientras que el primero, el sentido, representa la parte ligada al contexto de la comunicación (relación sintagmática en la actual lingüística) y al propio contexto del que se habla (hechos sobre los que versa la comunicación), el segundo, el significado, representa la parte descontextualizada del lenguaje, libre de restricciones y, por lo tanto, de naturaleza conceptual. El significado permite la reflexión abstracta, interviniendo en todas las actividades que implican pensamiento dirigido (razonamiento, resolución de problemas, formación de conceptos, etc.). Sin embargo, como recientemente ha puesto de manifiesto J.V. Wertsch (en prensa), estas dos tendencias, contradictorias sólo en apariencia, operan simultáneamente para determinar la estructura e interpretación del discurso. (RAMÍREZ, 1986, p.2).

Conforme Ramires (1986), a inter-relação entre sentido e significado numa expressão verbal permite representar ou transmitir extensa gama de possibilidades psicológicas, que compreendem desde simples imagens de algum objeto particular até significados abstratos. O autor defende que a linguagem, na perspectiva social é um produto da cultura, e na perspectiva individual, representando a fala, sinalizando conduta, é um processo, pois é instrumento para o pensamento e a comunicação.

Em Marques (1996, p. 121) vemos que

[...] os saberes que, em interlocução, se reconstroem na aprendizagem, saberes dos professores e saberes dos alunos, são saberes que não se constroem a partir do nada, não se inventam simplesmente, mas se reconstroem numa desmontagem e recuperação de modo novo, o modo justamente da aprendizagem escolar.

As transcrições mostram que ao longo das apresentações, discussões e argumentações realizadas tanto pelos alunos quanto pelos professores, há um movimento, pelos últimos, para controlar os diversos sentidos que são produzidos pelos alunos. As interações realizadas e o tipo de intervenção pedagógica permitem recolocar em evidência distintas compreensões dos estudantes e contribuem para novas significações. Assim, constituem ações muito mais dinâmicas e resultam em aprendizagem mais expressiva se comparadas com as tradicionais formas de ensinar e avaliar centradas nos quesitos “certo” ou “errado”.

O acompanhamento pela pesquisa mostra que a interdisciplinaridade pode acontecer, mas

---

<sup>1</sup>. Em Ramírez (1986) vemos uma importante concepção de Sapir, que afirma que o significado interno da linguagem varia em função da atenção ou do interesse seletivo do pensamento, diferentemente das formas externas que permanecem mais estáveis ou constantes.



com base num conceito que unifica, e o conceito energia constitui o principal elo unificador para essa SE. Com a investigação realizada foi possível identificar relações realizadas pelos estudantes entre conteúdos dentro de um contexto estabelecido pela produção e desenvolvimento da Situação de Estudo em questão. O conceito unificador energia pode ser identificado nas falas de alunos, a exemplo da expressão de um deles referente à conversão de energia solar em energia elétrica numa placa fotovoltaica:

***Episódio 4: Fótons e elétrons numa estrutura material** P2. Não, ali vocês colocam assim: energia solar ativa, transformação dos raios solares em outras formas de energia. ALs. É isso. P.1- Ta, e como que isso acontece?; P2. Ta, daí pra acontecer a troca da energia solar entre energia elétrica precisa que os fótons né? Da radiação incidente, eles incidem nos elétrons da estrutura do material. Então, assim, quando a luz ela reflete na placa, os elétrons vão ficar muito excitados e começar a se movimentar muito rápido. E os elétrons eles absorvem os fótons da radiação né? Que vem diretamente do sol. E... Excitados, isso eu já falei. E daí eles vão pra camada da banda de valência, onde daí eles vão passar pra decombustão aí eles vão, como é que eu vou dizer, pegar a energia né? Que faz essa camada, ele cria dois pares de elétrons e esses pares de elétrons vão, fugiu a palavra...AL2. Se separar. P2 Isso eles vão se separar e daí quando eles se separam, eles vão formar uma corrente elétrica. Uma, eles vão formar uma corrente elétrica e essa corrente elétrica é sempre contínua e ela não vai parar.*

Outro exemplo que podemos citar (e que aparece bem nas transcrições) é o diálogo entre professoras e alunos a respeito dos tipos de energia envolvidos e as respectivas transformações que ocorrem quando da utilização de pilhas em diferentes aparelhos elétricos. No episódio5, novamente o conceito energia foi o elo unificador da ação pedagógica.

***Episódio 5: P.2.** Nessa ilustração que vocês têm quantos tipos de energia vocês conseguem ver...; **ALI.** Química, elétrica. **AL2.** Cinética. **P.2.** Química aonde? **Mostra.** **ALI.** Na solução. **Als.** Na solução. **P.2.** E ali na lâmpada? **ALI.** É uma química. **AL2.** A pilha ela é feita, ela é utilizada, por exemplo, num aparelho de som. Na pilha pode funcionar... **Ligações químicas se transformam, a energia química em energia elétrica e ao sair da pilha, tipo vai pro som passa a energia...** **ALI.** Sonora. **AL2.** Sonora ou pra lâmpada ... **ALI.** Na química, ela, a pilha é uma energia química (...). **Daí dependendo do aparelho se transforma em sonora ...** **AL2.** Dependendo da necessidade do aparelho que tu ta usando. **Se tu ta usando um celular a bateria tem uma função, ela tem a função de dar energia pro celular tocar, pra fazer ligações, pra escrever mensagem, qualquer coisa. Tipo a lanterna a função é acender lâmpada, se transforma em energia luminosa.** **P.1.** Por que a gente diz que dentro da pilha é energia química? **AL2.** Porque os elementos químicos estão reagindo ali.*

Os diálogos proporcionados no seminário de apresentação dos trabalhos produzidos favorecem as interações, com isso os sentidos vão sendo construídos, controlados, ampliados pelos interlocutores. O professor é apenas mais um interlocutor, mesmo que privilegiado pela própria posição social.

## **CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES**

Processos avaliativos implementados, nestes últimos anos, em todos os níveis dos sistemas educacionais, envolvendo instituições, professores e estudantes, causam impactos, principalmente, pelos baixos níveis de aprendizagem que têm sido constatados. A mídia repercute intensamente esses resultados e, de imediato, iniciam-se mobilizações na esfera das políticas públicas, no âmbito das corporações, das sociedades científicas, das comunidades escolares e outras. Logo surgem notícias de propostas de soluções, na maioria das vezes simplistas e fundamentadas na racionalidade técnica, isto é, em soluções produzidas fora do contexto da prática por autodenominados especialistas para serem aplicadas por outras pessoas na realidade complexa. No contexto da produção curricular, por iniciativas administrativas públicas, começam a surgir programas de ensino fechados e até roteiros de aulas a serem “aplicadas” no universo das escolas de estados, municípios

e redes de escolas públicas ou particulares, desconsiderando especificidades de cada comunidade, escola, corpo docente e discente. De antemão, pode-se afirmar que isso não vai melhorar os níveis de aprendizagem e desenvolvimento cultural das novas gerações.

Sem dúvida, para melhorar a aprendizagem deve-se pensar o ensino. Assim como a aprendizagem, necessariamente, envolve o aprendiz, comprometendo-o, pensar o ensino implica em envolver os responsáveis pelo ele, isto é, os professores. A maior inovação em educação escolar, ainda a ser criada no Brasil, é a possibilidade de o professor poder se dedicar a uma única escola, para ali dentro, organizado em coletivo e em interação com outros grupos de educadores, possa produzir suas aulas e desenvolvê-las junto a seus estudantes. A aprendizagem do conhecimento pedagógico dos conteúdos, assim como a aprendizagem dos conhecimentos científico-escolares por parte dos estudantes, necessita processos interativos específicos de produção de material de ensino e acompanhamento dos resultados das aprendizagens propostas aos estudantes. O nosso estudo revela que este é um longo processo.

A aprendizagem de uma cultura pelas gerações mais jovens de uma comunidade, nação ou, mesmo, da humanidade, tem sentido quando ela pode ser recriada e tornar-se instrumento de melhoria das condições de vida na comunidade, em um país ou no planeta. Com base na abordagem histórico-cultural, entende-se que cultura é toda criação humana que visa melhorar a sua existência e sobrevivência, e envolve o livre pensar, o belo, o estético, a ética, a moral, a ciência e a tecnologia. Na área do conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ela pode ser recriada ao estudar uma situação real que permite significar com riqueza de sentidos os conhecimentos necessários para entendê-la e agir sobre ela. É isso Situação de Estudo.

As investigações que temos realizado sobre uma proposta curricular por SE mostram que elas mudam as salas de aula para melhor. Os conhecimentos científicos adquirem sentido e os estudantes passam a argumentar com base neles, mesmo que os significados não sejam ainda os esperados para um conhecimento de nível mais elevado. O referencial adotado para interpretar os dados nos ensina que o pensamento conceitual verdadeiro só vai acontecer no final da adolescência. Para isso, é fundamental que as significações dos conceitos aconteçam nos níveis possíveis desde a idade escolar. Sentidos serão produzidos se eles se referirem a algo no mundo. Isso temos conseguido fazer com SE.

Ao olhar os resultados obtidos vemos que os componentes curriculares contribuíram para tornar possíveis novas significações conceituais e a tomada de consciência sobre o contexto, neste caso, as interconversões de energia em processos de transformação no mundo material. Os estudantes se mostraram criativos nas suas produções textuais, a ponto de extrapolar e expressarem significações para além do cotidiano imediato.

É importante salientar que, no decorrer do processo, quando a avaliação não ficou presa apenas às questões respondidas por escrito, foi criada uma oportunidade de diálogo, estudo e troca de experiências entre os envolvidos que permitiram avanços significativos na compreensão dos conceitos da ciência. Às vezes, percebe-se alguma dificuldade dos estudantes ao responderem as questões na formalidade usual, pois eles parecem ter medo de errar e de não responder o que é esperado pelo professor. No entanto, se as perguntas ou dúvidas surgem num diálogo menos formal, eles conseguem expor de modo mais efetivo o conhecimento já significado e ainda estabelecem novas significações.

Observou-se também que as professoras auxiliam sobremaneira nesse processo ao insistirem no uso das palavras que reapresentam os conceitos fundamentais para uma explicação científica mais coerente sobre algo, principalmente, quando permeados por um conceito unificador que acaba desenvolvendo novas possibilidades de compreensão.

Conclui-se, por fim, que a implementação de um currículo, com base em sucessivas Situações de Estudo, abre importante caminho para um processo educativo escolar no ensino médio por áreas de conhecimento, conforme proposto na LDBEN/96 e, agora, no processo avaliativo do MEC pelo ENEM. Esse processo de ensino implica maior complexidade, isto é, implica em considerar mais dimensões do conhecimento sobre o mundo natural e tecnocultural. Porém, os conhecimentos fazem mais sentido do que aqueles propostos de forma isolada e fragmentada. Em

fase de transição, deve-se admitir que um currículo inovador convive, de forma mista, com o currículo tradicional. Não se apaga a história das escolas e dos professores. Pode-se recriá-la.

## REFERÊNCIAS

AUTOR, 2002.

AUTOR, 2000.

AUTORES 2001. P.45-60.

AUTORES, 2007.

AUTORES, 2007B.

ANGOTTI, J.. *Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências*. São Paulo: FEUSP, Tese de Doutorado, 1991.

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. 10. ed. São Paulo: Annablume, 2002.

BOFF, E.T. de O.; FRISON, M. D. & DEL PINO, J. C. Formação Inicial e Continuada de Professores: o início de um processo de mudança no espaço escolar. In: GALIAZZI, M. do C.; et al (orgs.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. P. 69-90. (Coleção Educação em Ciências).

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio*. Brasília MEC/SEB, 2002.

BRASIL. *Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

GALIAZZI, M. do C.; et al. Projetos de Aprendizagem: argumentos produzidos em uma rede de formação permanente. In: GALIAZZI, M. do C.; et al (orgs.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. P. 201-224. (Coleção Educação em Ciências).

GALIAZZI, M. do C.; et al (orgs.). *Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. (Coleção Educação em Ciências).

GEHLEN, S. T; et al. Freire e Vigotski no Contexto da Educação em Ciências: Aproximações e Distanciamentos. In: *Ensaio*. V10(2), 2008. P. 267-282.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. *Disciplina e Integração Curricular: História e Políticas*. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002.

MACEDO, E. & LOPES, A. C. (orgs.). *Currículo: debates contemporâneos*. São Paulo: Cortez, 2002.

MARQUES, M O. *Educação/Interlocução: Aprendizagem/Reconstrução de Saberes*. Ijuí: Unijuí, 1996.

MORAES, R. & MANCUSO, R. (Orgs.). *Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

RAMÍREZ, J. D. *Vygotski: la perspectiva sociohistórica*. Espanha: Cuadernos de Pedagogia, n 141, 1986.

SANTOS, F. M. T. & GRECA, I. M. (Orgs.) *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí: Ed. Unijuí: 2006.

VIGOTSKI, L. S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

\_\_\_\_\_. *Pensamento e Linguagem*. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.