

“Reorganização dos Conteúdos de Química no Ensino Médio a partir do Desenvolvimento do Currículo por Sucessivas Situações de Estudo”

Otávio Aloísio Maldaner^{1*} (PQ), Alessandro Callai Bazzan² (FM), Marla Tânia C. Lauxen³ (IC)

¹Pesquisador do Gípec-Unijuí-DBQ, Rua Pedro Thorstemberg, 982, Ijuí/RS;98700000;maldaner@unijui.tche.br

²Professor do Ensino Médio - Rua: Floriano Peixoto, nº16 ap.22 centro Ijuí/RS.

³Bolsista de Iniciação Científica – Rua: Guilherme Tim 303 Ijuí – RS

Palavras Chave: Situação de Estudo, Química Ensino Médio, Contextualização.

Introdução

Um dos problemas mais difíceis de enfrentar na mudança do ensino e formação em química na Educação Básica e nas disciplinas introdutórias de química nos cursos superiores é a seqüência dos conteúdos proposta nos programas tradicionais. Na essência, esses programas constituem os índices dos livros didáticos do Ensino Médio e dos livros de Química Geral adotados em universidades (Maldaner, 2003)¹. Os conteúdos propostos nesses programas podem ser considerados básicos e neste aspecto não merecem maiores críticas. A pergunta que se deve fazer é: o contato ou a tentativa de “transmissão” desses conteúdos permite com que alguém possa ser considerado iniciado em química? Ou de outra forma: abordando essa seqüência proposta de conteúdos, é possível que o estudante consiga produzir um pensamento coerente sobre uma porção de mundo material utilizando a linguagem própria da química apesar dos três anos de estudo de química no Ensino Médio?; diante de uma situação do contexto, consegue fazer uma análise, mesmo elementar, que permita tomar uma posição ou atitude com base em argumentos que exijam algum conhecimento químico?

Resultados de avaliações e estudos críticos sobre a aprendizagem da química como matéria escolar na Educação Básica permitem afirmar que a grande maioria dos estudantes não consegue elaborar um pensamento químico sobre o mundo material, embora saiba responder sobre alguns itens ou assuntos que dizem respeito à química. Dizemos, então, que houve aprendizagem sobre coisas da química, mas a química, como um conhecimento específico e contextualizado, ainda que inicial, sobre o mundo, não aconteceu.

Os programas tradicionais de ensino de química apresentam uma lógica de organização do conteúdo perfeitamente defensável no plano do conhecimento científico, constituindo um sistema coerente de conceitos com significados precisos. Esse sistema também pode ser denominado real teórico criado

sobre o real dado, segundo Bachelard². Com ele podemos fazer afirmações racionais sobre o mundo real, expressando verdades científicas, como princípios, leis e outros instrumentos culturais abstraídos do real dado ou das situações práticas. Os conceitos científicos assim produzidos constituem um sistema que se encontra sub e super ordenado (Vigotski, 2001)³ e que, na relação pedagógica, precisam ser significados, permitindo que os escolares constituam um pensamento coerente sobre uma porção do mundo ou uma determinada situação prática. Para isso, os conhecimentos são re-contextualizados (Lopes, 2004)⁴ na forma de conteúdos escolares, diferente da produção científica em que o conhecimento se desprende do contexto.

No entanto, nem sempre é assim que os professores compreendem a sua ação pedagógica, o que os leva a desenvolver os conhecimentos curriculares de forma descontextualizada, cumulativa, numa clara tentativa de transmissão/ recepção desses conhecimentos. Quando há preocupação com a contextualização, algo bastante ressaltado nas recomendações para o ensino básico na Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Brasil, 2000, 2005)⁵, ela é entendida como aplicação do conhecimento científico em uma situação do contexto. Isso pode ser insuficiente, pois mostrar aplicações não cria um contexto interativo de produção de sentidos, necessário para a contextualização da prática pedagógica. Resulta dessa compreensão um baixo nível de aprendizagem escolar e baixa qualidade da formação científica das novas gerações, como mostram todas as formas de avaliação. O presente trabalho tem como hipótese de que é possível romper com a forma tradicional de desenvolver os programas introdutórios de química na Educação Básica, discutindo, desde o início, situações práticas sob o ponto de vista da ciência química. A essas situações práticas, que fazem parte do contexto dos estudantes e sobre as quais têm conhecimentos, denominamos Situações de Estudo (SEs). Defendemos que sucessivas SEs permitem significar melhor os conteúdos químicos e estabelecer melhor compreensão sobre o mundo natural e social.

Resultados e Discussão

Abordagem histórico-cultural e currículo escolar

Os conhecimentos produzidos pela Ciência constituem as pessoas em novas dimensões, isto é, o ser humano, como um ser histórico e cultural, não é o mesmo na contemporaneidade comparado com qualquer outra época anterior, mesmo que, sob o ponto de vista da biologia não tenha modificado. A Ciência faz parte da cultura humana e a significação dessa cultura muda as pessoas, cria novas necessidades e exige delas novas capacidades mentais para responderem aos desafios que o meio social e cultural lhes propõem. Os bens culturais advindos da capacidade científica compreendem os produtos tecnológicos, os artefatos ou as coisas que a Ciência e a Tecnologia criam, mas compreendem, também, os conhecimentos, os conceitos, as habilidades, as atitudes com os quais as pessoas precisam pensar o mundo e agir dentro dele. Isso vai permitir com que participem de sua contínua invenção e recriação, usufruam dos benefícios dessas criações e sintam-se responsabilizadas por elas.

Ao compreendermos o ser humano como um ser em evolução, orientado pelas suas próprias criações culturais, buscamos os fundamentos teóricos nas teorias histórico-culturais com base em Vigotski (2001). Segundo este autor, as capacidades mentais tipicamente humanas, que denomina de funções superiores, são relações sociais internalizadas. São as capacidades de pensar o mundo real a partir de significados produzidos junto aos outros, e pelos outros, para todas as formas de linguagens com que os humanos interagem no seu dia-a-dia e em situações específicas de aprendizagens. Nas relações pedagógicas, interações sociais constitutivas privilegiadas para os sujeitos sociais envolvidos, há a intenção de tornar significativa a cultura humana que impregna o meio social em que vivem os escolares. “É o momento da constituição *cultural* do indivíduo quando, através do *outro*, ele internaliza a significação do mundo transformado pela atividade produtiva, o que chamamos de mundo cultural” (SIRGADO, 2000, p. 65-6)⁶. Diferente da significação em outros meios, nas instituições escolares há um plano de significação com base em sistemas conceituais que constituem as matérias escolares. No contexto pedagógico, a interação discursiva tem a intenção da significação, tornando-a meio mais adequado para que ocorra aprendizagem das matérias escolares, o que produz desenvolvimento das capacidades mentais especificamente humanas de uma outra maneira que não no contexto cotidiano, conforme Vigotski.

No que se refere à Química como matéria escolar, todas as avaliações mostram que há pouca

aprendizagem por parte dos alunos da educação básica e, assim, esta matéria pouco ajuda a desenvolver capacidades essenciais para pensar o contexto social profundamente modificado pela ciência química. Ao modificar o mundo natural ou a natureza, o homem também se modifica, conforme um dos princípios básicos do materialismo dialético que embasa toda a produção teórica de Vigotski sobre o desenvolvimento humano. O conhecimento químico permitiu ao homem modificar o mundo, criando artefatos que inundam a vida das pessoas, mas os significados que elas produzem sobre os novos materiais e as novas substâncias, ao não serem iniciados nos conceitos químicos mais básicos, estão aquém das necessidades para que possam participar dos debates ou possam executar procedimentos e tomar atitudes coerentes que uma situação prática exige, como se proteger diante de vazamento de gases, de líquidos, de poeiras, prestar primeiros socorros mais aconselhados, evitar a contaminação ou correr riscos desnecessários diante de uma emergência. Responder com sabedoria e competência às solicitações do dia-a-dia, como o de lidar com os materiais que estão presentes na casa das pessoas, nos locais de trabalho, nos espaços públicos, nas rodovias, nos complexos industriais, exige um pensamento especial do homem contemporâneo sobre o mundo. Denominados a isso de “pensamento químico sobre o mundo material e sua relação com os fenômenos energéticos.”

O homem contemporâneo está, assim, diante de uma nova necessidade à qual os indivíduos devem responder com novos saberes ou novos conhecimentos, capacitando-os a participarem na definição de rumos a serem seguidos pela humanidade. Essa participação pode dar-se, inclusive, pela resistência consciente ao consumo de certos produtos que o mercado lhes oferece, decidir entre degradar ou preservar o meio em que vivem. Tudo isso exige uma compreensão nova do mundo modificado pelos artefatos culturais próprios da química. Cabe às escolas proporcioná-la, ao menos em suas formas básicas. Além disso, novas necessidades se apresentam à humanidade, como a solução de problemas ambientais causados pela grande concentração das pessoas no meio urbano, a busca de fontes alternativas de energia, a produção de novos materiais menos agressivos ao ambiente, e outras. Com certeza, a humanidade vai precisar de mais e melhores conhecimentos que se inserem no campo da química e as novas gerações terão papel decisivo para que se façam as melhores escolhas.

Desenvolvimento de Currículo e Formação de Professores

Pode-se atribuir a muitas carências a pouca aprendizagem da Química na educação básica: preparo/despreparo dos professores, condições

materiais das escolas, como os espaços específicos para a formação em química, materiais didáticos, biblioteca, laboratórios, dificuldade natural para aprender a química escolar por ser considerada uma matéria difícil. Todas essas carências são sempre apontadas pelos professores. Por isso, ao decidirem sobre qual programa de ensino desenvolver ou qual orientação curricular seguir, levam em consideração as condições concretas da escola, os possíveis interesses da comunidade escolar (pais, estudantes, diretores, colegas professores), orientações oficiais, livros didáticos disponíveis, salas ambientes, programas de concurso, principalmente, os vestibulares. Ao fazerem isso, recontextualizam (Lopes, 2004) as compreensões curriculares próprias e as historicamente produzidas no contexto do exercício profissional, na produção de materiais didáticos, nas pesquisas educacionais, nos documentos oficiais.

Pela larga experiência com formação continuada de professores, defendemos que a formação anterior do professor, tanto em contexto da prática quanto em contexto da formação inicial (graduação), tem grande influência nas decisões que tomam na elaboração do programa de ensino. Outra influência acentuada é a compreensão sobre qualidade de ensino e aprendizagem que permeia a própria comunidade escolar. Essas compreensões, porque tácitas, não são analisadas à luz das produções teóricas sobre currículo. Com isso, os programas de ensino mantêm-se praticamente os mesmos durante muitos anos e são os mesmos que aparecem nos livros didáticos mais tradicionais ou mais amplamente utilizados no contexto das escolas (Maldaner, 2003).

Nos últimos anos passou-se a defender a necessidade de os professores de escola participarem da produção dos currículos que desenvolvem em suas salas de aula, superando uma concepção anterior de que os currículos da educação básica deveriam ser produzidos por especialistas, cabendo aos professores aplicá-los. No Brasil já se tem conhecimento de grupos de pesquisadores ligados à formação de professores que buscam inserir os professores de escola na produção de novas orientações no ensino de química, resultando disso novos livros didáticos. Nós defendemos que a participação dos professores na elaboração de currículos para a educação básica é importante espaço de formação continuada e pode estar associado à formação inicial de novos professores. Dessa forma os conhecimentos profissionais dos professores de escola enriquecem o currículo de formação dos novos professores e os estudos acadêmicos sobre o currículo enriquecem a formação dos professores em serviço. Isso se tornou possível pela criação de espaços interativos de articulação escola/ universidade ou, mais especificamente, pela criação de grupos de interação de professores

universitários das licenciaturas, estudantes da graduação e professores de escola. Desde a década de oitenta do século passado vínhamos testando formas interativas mais consistentes e com resultados mais expressivos. A análise das produções realizadas mostrou que os avanços mais importantes na elaboração curricular em Ciências Naturais aconteciam quando havia forte interação entre esses três grupos de sujeitos (Hames, 2002)⁷. Mais recentemente, constitui-se um grupo de pesquisa e desenvolvimento de produção curricular denominado Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências (Gipec-Unijuí) e que propõe a Situação de Estudo (SE) como forma de organização do conhecimento escolar na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A implementação de SEs em escolas é acompanhada pela pesquisa.

Situações de Estudo: uma proposta em estudo

No Ensino Médio o currículo proposto pelas Diretrizes Curriculares é organizado em áreas de estudo, sem, no entanto, dissolver as disciplinas. O mesmo acontece nos Parâmetros Curriculares Nacionais. A disciplina de Química compõe a Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Os documentos indicam, também, a necessidade de articulação entre as três áreas tendo como base a inter e a transdisciplinaridade, superando a prática conhecida de desenvolvimento das disciplinas de forma estanque. Na prática não conhecemos experiências em que isso tenha acontecido em larga escala. Um dos motivos pode ser o fato de a escola real ser toda pensada e organizada na forma disciplinar: os professores são formados e nomeados por disciplina; os horários são organizados por disciplina e conforme os tempos disponíveis de cada professor; os espaços pedagógicos são destinados às disciplinas, bem como os livros didáticos.

No Gipec-Unijuí, propomos a SE para os componentes disciplinares de Química, Física e Biologia. O propósito é produzir a compreensão de uma situação prática ou um recorte do mundo real/social trazendo para o contexto delimitado conhecimentos dos campos da Química, Física e Biologia, bem como de aspectos tecnológicos associados à situação. A isso denominamos recontextualização de conhecimentos científicos no âmbito do conhecimento escolar. O nível conceitual em que isso é realizado depende da série escolar em que a SE é desenvolvida, bem como o nível escolar anterior dos estudantes. Pretendemos, dessa forma, atender a constantes críticas feitas aos currículos tradicionais, como: concepção linear e a-histórica de conhecimento científico, conhecimentos fragmentados, descontextualizados e puramente disciplinares, conhecimento neutro e verdadeiro, conhecimento escolar desvinculado da vida dos

estudantes e outras. Apesar dessas críticas ao conhecimento escolar, os programas de ensino não têm mudado. A manutenção dos programas é sempre justificada em nome da preparação dos alunos para os vestibulares ou outras avaliações.

Ao acompanharmos a implementação de SEs em escolas procuramos identificar mudanças produzidas nas salas de aula e entender como elas acontecem e quais os fatores que melhoram, ou não, as condições de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. Assumimos como ponto de partida de que uma SE inverte a lógica de introdução dos conteúdos e dos conceitos com que são abordados, tanto no que diz respeito à área quanto a cada componente disciplinar que a compõe. No caso das pesquisas realizadas nas aulas de química, o objetivo foi o de compreender como isso acontece nesse componente. Na forma tradicional de desenvolvimento das aulas de química, os conteúdos são apresentados na sequência bem conhecida dos professores, distribuídos por série de acordo com o número de aulas previstas na "grade curricular"; o objetivo é apresentar a ciência química, não o desenvolvimento de um pensamento químico sobre o mundo; desconhece-se o que acontece em outros componentes curriculares com os quais estão envolvidos os estudantes. Com a SE de estudo o esforço centra-se na produção de um pensamento próprio da química sobre um contexto e na contribuição dos outros componentes na ampliação do pensamento sobre o mesmo contexto, podendo variar o nível conceitual de acordo com as compreensões que os estudantes já conseguem atingir. Para cada nova situação, muitos conceitos são ressignificados, permitindo que evoluam em seus significados. Este é um dos pressupostos básicos de Vigotski na aquisição dos conceitos científicos, isto é, o significado de um conceito não acontece de uma vez e nem permanece inalterado.

Na compreensão tradicional de ensino de conceitos científicos, estes são definidos e os estudantes são cobrados para que repitam essas definições, sem terem produzido significados importantes, o que os priva de um pensamento coerente na forma de uma ciência sobre determinada situação ou fenômeno. No currículo por SEs, estudantes e professor se referem à mesma situação e isso leva a interações discursivas mais consistentes e a significações mais precisas para as linguagens introduzidas. Nas sucessivas SEs, os mesmos conceitos aparecem muitas vezes, permitindo que evoluam pelas novas mediações produzidas em cada turno. Aplicando esses princípios, acreditamos estar superando a concepção linear e fragmentada dos programas de ensino de Química.

No presente trabalho focamos os conteúdos desenvolvidos em Química na primeira série do Ensino Médio com o desenvolvimento de três SEs em

Escola de Educação Básica da rede particular. Os professores da área das Ciências da Natureza da escola participaram da elaboração de SEs junto ao Gipec-Unijuí e mantêm reuniões semanais em sua escola para decisões coletivas sobre atividades curriculares, avaliações, produções dos estudantes e re-elaboração das SEs após análise dos resultados obtidos. Para isso, as aulas foram filmadas e transcritas constituindo-se em material empírico básico para análise pelos próprios professores e para as investigações que acompanham o seu desenvolvimento em aula.

Pelo fato de uma SE tratar de uma situação prática, natural ou tecno-natural, ela permite uma compreensão inter e transdisciplinar, bem como, intercomplementar. No caso da elaboração de SEs para o Ensino Médio, membros do Gipec fizeram uma primeira proposta para o estudo do "Ar Atmosférico". Professores dos campos disciplinares da Química, Física e Biologia levantaram possíveis assuntos que poderiam ser contemplados numa SE introdutória para a primeira série do Ensino Médio, indicando os conceitos básicos para que esses assuntos pudessem ser entendidos de forma inter e transdisciplinar pelos alunos. Para cada componente curricular foi escolhido um foco que permitisse desenvolver conteúdos introdutórios ao componente. A primeira SE desenvolvida na escola foi a do "Ar Atmosférico". Na química a idéia inicial era compreender uma porção de ar atmosférico em termos de composição, indicando a presença de substâncias, organismos e outros materiais que afetam as condições atmosféricas, como poluentes e umidade, bem como as primeiras interações entre substâncias produzindo transformações na composição. A física explicaria fenômenos da atmosfera, como a pressão, aspectos ligados a cores, radiações, variações de temperatura. A biologia focaria a atmosfera primitiva e modificações com a atividade biológica no planeta Terra, a biodiversidade. Contemplando esses focos iniciais, foi escrito um texto básico que permitia muitas entradas, superando, de imediato, a concepção linear de conteúdos específicos para cada campo disciplinar. Ao invés disso, buscou-se contemplar a complexidade, entendida conforme Edgar Morin (2002)⁸, segundo a qual uma situação prática permite ser analisada sob múltiplas dimensões.

Escolhido o foco, os professores de cada componente disciplinar produziram o seu programa de ensino. No caso da Química os conteúdos inicialmente selecionados foram:

Substâncias e Misturas: mistura de gases; composição do ar; substâncias simples e compostas (alotropia); camada de ozônio.

Propriedades das substâncias: movimentos moleculares; caracterização dos estados sólido,

líquido e gasoso; mudanças de estados físicos; pontos de fusão e ebulição; pressão e temperatura; densidade.

Separação de Misturas: separação dos componentes de uma mistura gasosa em função de seus ponto de ebulição; temperatura crítica.

Constituição do átomo: partículas subatômicas (prótons, elétrons e nêutrons); formação da atmosfera primitiva.

Representação das substâncias e elementos: símbolo; fórmula molecular

Reações: equações; conservação da matéria; reações de combustão; poluição por gases provenientes de combustões; chuva ácida.

Moléculas: modelo de ligação covalente; estrutura de moléculas do ar (com até 5 átomos); fórmula estrutural e eletrônica

Uma análise rápida dos conteúdos propostos indica que a escolha realizada não difere dos programas tradicionais de ensino de química para a primeira série do Ensino Médio. A SE, porém, na forma como é concebida, inverte a lógica de introdução dos conteúdos e dos conceitos com que estes são significados, como foi dito acima. Assim, foi necessário analisar as aulas dadas, a partir das gravações feitas em vídeo e áudio para verificar até que ponto isso acontecia. Para isso, partindo da transcrição das fitas videogravadas, fizemos uma descrição geral das aulas dadas, identificando episódios em que eram introduzidos os conteúdos da Química e os conceitos iniciais para significá-los. Destacamos um pequeno extrato dessa descrição. Os números correspondem aos turnos de fala em que esse episódio de aula aconteceu:

Episódio X

(...)

1221- P: Bom, era fósforo, enxofre e carbono para pesquisar, além do oxigênio, que nós já vimos, semana passada, que tem o ozônio e o gás oxigênio.

1222- A: Tem ainda sobre a diferença entre vapor e gás. **1223- P:** (...) qual é a diferença entre vapor e gás e plasma. Então, sobre alotropia encerramos por aqui.

Eu quero falar um pouquinho mais, que a gente deixou em aberto (...) na aula passada, que foi a questão dos gráficos. Fizeram afinal de contas os gráficos com escala? (Os alunos haviam manifestado dificuldades na elaboração dos gráficos).

O professor pergunta qual a diferença entre gás e vapor. **(1228)- P:** Fala, qual é a diferença entre gás e vapor? Escutem!; **(1229)- A:** A água no estado gasoso, acima de 374C, é um gás, e abaixo de 374C assume a forma de vapor. Assim é errado dizer vapor de água a 400C, pois nessa temperatura ela é um gás. É importante que fique bem claro que cada substância possui temperatura crítica. Depois diz assim: substância no estado gasoso no estado gasoso acima de sua temperatura crítica é gás; vapor

é substância no estado gasoso abaixo de sua temperatura crítica; **(1234)- P:** Acima da temperatura crítica da água nós não conseguimos obter água no estado líquido., não importando a pressão que usarmos. Por exemplo, qual a forma, em qual estado físico se encontra o combustível para fogões, o popular gás de cozinha. Vocês compram em qual estado físico?; **1235- A:** Líquido!

Alguns alunos dizem que é líquido outros que é vapor; **1263- A:** (...) ele não vai se tornar vapor, ele vai se tornar gás, ele vai passar do estado líquido para o gasoso.

Em torno dos turnos **1260** outros alunos acham que vai se propagando para virar gás; falam de como o gás é transportado pelo gasoduto, qual é o tamanho dos canos que transportam o gás, como que fazem para colocar o gás dentro dos botijões.

1291- P: Vou responder de forma direta... Encontramos propano e butano, na temperatura ambiente, no estado líquido? Sim, dentro do botijão! Então nós temos um vapor (no estado gasoso), certo? Pessoal, nós não encontramos uma substância, um gás, que pela simples compressão, por um simples aumento de pressão, passe para o estado líquido, só vapor faz isso. Por exemplo, a água, acima de 374C... não adianta você comprimir o vapor de água, é gás, é água gasosa, não passa para o líquido. Dentro do botijão temos o propano e o butano (...), se comprime esses gases, e como temos um vapor aí, esse vapor passa para o estado líquido pelo aumento da pressão. Se aumenta muito a pressão, passa para o estado líquido certo (...)? Ou, vai jogando gás aqui, ele vai aumentando a pressão e vai passando para o estado líquido. É como se fosse encher um pneu, por exemplo, com propano e butano. Quando a pressão fica muito alta, passa para o estado líquido. Com o gás oxigênio, com o gás nitrogênio, conseguimos fazer isso?; aumentar a pressão até chegar no estado líquido? **1292- ALUNA:** Sim. **1293- P:** Sim? **1294- A:** Do gás, não! **1295- P:** Nós temos nitrogênio líquido? Encontramos nitrogênio líquido? **1296- A:** Não é nos foguetes, não é um combustível dos foguetes? **1297- P:** Sim, a White Martins traz nitrogênio líquido..., Então, o nitrogênio é um gás ou é um vapor? **1298- A:** Vapor. **1299- P:** É um gás, por quê? Porque ele está líquido numa temperatura negativa. **1300- A:** Tem que resfriar. **1301- P:** Tem que resfriar e comprimir, aí sim nós conseguimos passar um gás para o estado líquido. Mas pela simples compressão de um gás, sem diminuir a temperatura, nós não... Gás oxigênio e gás nitrogênio, pela simples compressão, sem diminuição de temperatura, não passam para o estado líquido, porque está acima de suas temperaturas críticas. A água, acima de 374C, acima de 400C, por exemplo, a água, nós não conseguimos passar para o estado líquido, não interessa a pressão que (se) imprima à água (...); **1303- P:** As moléculas do gás podem ficar muito próximas, mas não passam para o estado líquido acima da temperatura crítica,

não temos um líquido, não conseguimos encontrar líquido. Posso passar pra vocês um fragmento de um texto que fala um pouquinho mais sobre temperatura crítica. “Cada substância tem uma temperatura limite, a partir da qual ela não pode ser liquefeita, por maior que seja a pressão”. Nesse estado temos propriamente um gás. Se, no entanto, uma substância no estado gasoso pode ser liquefeita, por compressão, sem baixar a temperatura, estamos abaixo da temperatura crítica e pode se chamar vapor o seu estado gasoso.

Em estudo anterior (Maldaner, 2003), mostrou-se que a seqüência de conteúdos e os itens abordados nos programas tradicionais têm entre si uma semelhança muito grande, de tal forma que um parece ser cópia do outro. Não importa que a grade curricular preveja duas horas semanais para a matéria de química, três, quatro ou que seja oferecida durante um, dois ou três anos, os conteúdos desenvolvidos, de acordo com as propostas dos programas, são os mesmos. Algo muito semelhante acontece com os livros didáticos de química mais utilizados no Brasil, em que os índices de todos parecem ser cópias uns dos outros. Em geral, os programas dos vestibulares pelo País cobram esses mesmos itens de conteúdos.

Nos últimos anos houve novas recomendações para o desenvolvimento dos programas escolares da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como a necessidade de contemplar questões CTS (ciências, tecnologia e sociedade), questões ambientais, qualidade de vida, temas transversais. Mais recentemente houve preocupação com a contextualização dos conteúdos, com todos os entendimentos que esse conceito permite. Essas novas recomendações são adicionadas aos mesmos conteúdos que já vinham sendo propostos. Assim, os programas são sempre preservados. Numa aproximação muito livre da idéia de “núcleo irreduzível” das metodologias dos programas de pesquisa de Lakatos (apud Chalmers, 1993)⁹, podemos dizer que os programas de ensino de uma matéria, no que diz respeito à seqüência de conteúdos, são sempre preservados, mesmo que novas recomendações surjam dos estudos sobre currículo e formação ou novos itens de conteúdo sejam acrescentados. Ao se trabalhar com formação continuada de professores isso é sempre confirmado.

Quando se discute sobre o programa de química com os professores do nível médio e fundamental, eles têm muitas razões para não romperem com os programas tradicionais: desconhecimento de programas alternativos; falta de autonomia para fazê-lo; convicções e crenças pessoais não refletidas sobre o que seja a química; formação acadêmica em cursos em que há pouca discussão sobre o conhecimento profissional do professor de educação básica; insegurança diante do novo. Das razões

apontadas, a autonomia é, sem dúvida, a mais difícil de ser abordada. Diferentemente de outras profissões, e diferente dos professores universitários, os professores do ensino médio e fundamental têm pouca autonomia já pela gênese e desenvolvimento sócio-histórico da profissão docente (Nóvoa, 1991)¹⁰. As instituições escolares estão sujeitas a toda ordem de pressões políticas, de interesse de grupos mantenedores das escolas, de ordens religiosas, da comunidade próxima representada pelos pais e alunos, administradores escolares. Sem dúvida, os exames vestibulares são o foco principal das pressões e posterior fonte de propaganda. No meio dessas pressões é que o professor deve achar seus espaços de ação autônoma e ele a produz na forma coletiva, sem poder romper, no entanto, com o fato de atuar em espaço criado e mantido pelo Estado ou outros grupos, no caso das escolas particulares, e contra o qual não pode se insurgir.

Os atuais programas de ensino de química no Brasil foram estruturados a partir dos grandes projetos internacionais como *Chem’Study* e o *CBA* nos anos 60 do século passado, constituindo-se em um misto entre o que era ensinado antes desses projetos – mormente no que costuma ser chamado de Físico-Química (2ª série) e Química Orgânica (3ª série) do Ensino Médio – e teorias mais contemporâneas e potencialmente unificadoras, como a teoria do “átomo orbital”, “teorias de ligação química”, “teoria cinética dos gases”, “tabela periódica”, “equilíbrios químicos” e outros. Esses assuntos são geralmente mal encaminhados nas salas de aula, constituindo-se em conteúdos de valor em si, não para a formação do pensamento químico sobre o mundo, e em capítulos estanques, o que pouco contribui para discutir o fato químico no meio social ou entender o fenômeno tecno-natural. Por outro lado, a química descritiva, como acúmulo de fatos, praticamente, desapareceu dos programas de ensino dos cursos de ensino médio.

A influência do vestibular na manutenção do programa e, por consequência, a lógica de introdução dos conteúdos de química nas diferentes séries do Ensino Médio, pode ser problematizado de outra forma, considerando as clássicas listagens de conteúdos como **programas de concurso**, que não podem ser confundidos com **programas de ensino**. Distinguir isso muda muitas coisas.

Creio que a confusão que se faz entre programa de concurso e programa de ensino tem mantido as atuais características do ensino médio: descontextualizado, fragmentado, isolado em disciplinas, sem utilidade intelectual ou prática, preparatório para o vestibular, de pouco valor formativo e educativo para o mundo vivido das pessoas. Se a listagem de conteúdos refere-se aos três anos do ensino médio, como são os programas dos

vestibulares tradicionais, é mais fácil criar um programa de ensino e educação que contemple os conteúdos todos sobre os quais os alunos vão ser interrogados. Nesse caso, um professor ou um grupo de professores pode decidir se determinado assunto deve ser tratado no terceiro ano e não no primeiro, por exemplo. Se, no entanto, a listagem de conteúdos é feita por série, no fim da qual será exigida uma prova com base nesses conteúdos, diminui muito o grau de liberdade do professor para criar um ensino mais criativo em que os conceitos possam evoluir num tempo mais longo (Vigotski, 2001), voltando a eles para que possam atingir novos níveis de significação. Logo, o que parece ser inovador é um passa ainda mais para trás. Nesta situação, contemplar as orientações atuais para a educação de nível médio, em que se procura, por exemplo, contemplar a característica interdisciplinar, transdisciplinar e intercomplementar das ciências, torna-se muito difícil dentro de uma escola, uma vez que cada disciplina precisa dar conta de uma porção de conceitos em seu significado terminal e estável dentro de um sistema conceitual. Os próprios alunos pressionam para que todos os itens sejam contemplados o mais rápido possível para que possam se preparar para a prova que sempre está próxima. O que temos observado é que, tanto na modalidade de uma prova a cada série, quanto uma prova única, a listagem de conteúdos para os concursos é adotada como seqüência de um programa de ensino. O currículo, com base em sucessivas SEs, por hipótese, rompe essa lógica, pois os conteúdos e conceitos são introduzidos na medida em que se fazem necessário para entender a situação sob estudo.

Com base no referencial adotado, defendemos de que é preciso significar os conceitos de uma ciência em vários contextos diferentes para que o significado possa evoluir, atingir novos níveis e consolidar-se. Diante de uma situação real, os conteúdos e conceitos introduzidos estão referidos, estudantes e professor falam sobre algo, criando um contexto discursivo de produção de sentidos e com a indicação clara do significado que a palavra introduzida - representante inicial de um conceito que ainda vai se formar na mente do estudante - carrega no sistema conceitual em desenvolvimento. Essa forma de proceder permite formar o pensamento sobre uma situação sob o ponto de vista de uma ciência, superando a prática de exigir respostas únicas, diretas e fora de qualquer contexto. Se a avaliação em cada série caminhasse nessa direção, permitindo verificar o processo evolutivo do pensamento do aluno durante as três séries, um programa de seleção de estudantes para o nível superior seria extremamente frutífero na mudança do ensino e educação nas escolas. Estas teriam de produzir projetos pedagógicos nos quais os alunos deveriam mostrar as suas capacidades de produzir respostas sobre situações que lhes seriam

apresentadas, mostrando que são capazes de evoluir nessas capacidades durante os três anos. É de pouco valor formativo produzir uma resposta padrão com base em lembranças de alguns fragmentos de conteúdo de uma disciplina, mesmo que seja em cada uma das séries. A única vantagem de fazer três provas, ao invés de uma, como no vestibular tradicional, apenas dividindo a mesma lista de conteúdos por três, é que os alunos precisam guardar na lembrança coisas praticamente inúteis por apenas um ano.

Com a SE produzimos outros significados para o ensino médio - além daquele que prepara para o vestibular ou outros exames de ingresso na universidade. Assim, defendemos o princípio de que uma boa formação em Ciências da Natureza e suas Tecnologias e, especificamente, em química, com compreensão do que seja o conhecimento químico, como ele é produzido no meio social, como se faz presente no cotidiano das pessoas, como é usado na produção de bens tecnológicos, pode permitir aos alunos um bom desempenho na maioria dos exames vestibulares e, ainda, permitir-lhes o exercício mais responsável de cidadania, independente da atividade que vierem a exercer. Neste caso, a preocupação não seria preparar o aluno para o vestibular, nem a preparação do futuro químico, mas o desenvolvimento social e intelectual do aluno. A SE tem essa intenção e esse potencial, como mostra a breve análise abaixo com base na descrição das aulas de química sobre o ar atmosférico.

No episódio destacado acima, os turnos de fala 1221 a 1223 finalizam uma tarefa de pesquisa solicitada aos alunos. Eles deveriam pesquisar sobre os casos de alotropia. A idéia de SE é introduzir os conceitos na medida em que eles se tornam necessários para entender a situação. No caso, tratava-se de entender a possibilidade de haver mais que uma substância elementar estável para o elemento oxigênio. O fato de solicitar os alótropos dos elementos fósforo, enxofre e carbono, ainda mostra uma postura tradicional diante do programa de ensino de química. O conceito de alotropia é apresentado nos programas tradicionais ao lado de outros, como isótopos, isótonos e isóbaros. Palavras semelhantes que fazem sentido para quem sabe química, mas que não produzem um contexto nem qualquer pensamento químico sobre o mundo na formação inicial dos estudantes em Química. A introdução de conteúdos alheios ao contexto criado, o "Ar Atmosférico", foi verificado continuamente nas aulas desenvolvidas. Por exemplo, quando fala da "Separação de Misturas". Novamente, o professor não se ateu à separação dos componentes do ar, mas introduziu processos de fracionamento de forma geral. Isso isola os conteúdos em capítulos, exatamente o que se deseja superar na organização de sucessivas SEs. Houve, novamente, a preocupação em preservar o programa consensual

de ensino, mesmo por professor que participa de um processo formativo inovador. Deve-se observar que este professor estava aplicando a SE pela primeira vez.

Nos turnos de fala de números 1228 a 1303, houve a preocupação em diferenciar gás e vapor, introduzindo o conceito temperatura crítica como característica específica de substância. Um aluno, no turno 1229, apresenta o resultado de sua pesquisa. Percebe-se, com base em Vigotski sobre o pensamento conceitual, que o estudante recorre a uma situação concreta, a água no estado líquido e gasoso, e com base no exemplo explícita o conceito, caracterizando um pensamento por complexos. O professor recorre a outros exemplos para produzir sentidos e significados, como no turno 1234, o gás de cozinha. Os sentidos estão mais colados aos contextos práticos e os significados pertencem mais ao mundo abstrato. Há negociação de significados sobre um objeto referente comum entre alunos e professor, indicado pela frase: "Cada substância tem uma temperatura limite a partir da qual ela não pode ser liquefeita, por maior que seja a pressão" (turno 1303). O conceito da temperatura crítica permitiu que os alunos entendessem que no ar atmosférico há vapor, como a água, mas há gases, como oxigênio, nitrogênio e argônio, cuja temperatura crítica está abaixo da temperatura ambiente. Assim, um conceito como **temperatura crítica**, que dificilmente aparece em programas tradicionais de ensino de Química, pôde ser significado com a SE "Ar Atmosférico", já no primeiro trimestre da primeira série do Ensino Médio.

Conclusões

A pesquisa realizada dá indícios de que um currículo organizado com base em sucessivas SEs é capaz de mudar a lógica de introdução dos conteúdos escolares, superando a prática corrente de um ensino fragmentado, descontextualizado e de forma puramente disciplinar. Ao procurar entender uma situação prática na forma do conhecimento químico, estudantes e professor interagem discursivamente, produzindo os primeiros sentidos e significados para os conceitos introduzidos. Em novas SEs esses mesmos conceitos voltam e, com isso, o seu significado evolui, conforme propõe Vigotski. Para este autor, o significado de um conceito não se dá de uma vez, evoluindo na história da humanidade e na história individual. A relação pedagógica de aquisição da cultura científica precisa favorecer essa evolução. Os programas de ensino tradicionais não conseguem atender a essa característica na constituição da mente humana. Por se tratar de uma situação prática sobre a qual os estudantes têm conhecimentos, uma SE favorece a interação discursiva, algo necessário na sua constituição cultural, conforme a abordagem teórica adotada na elaboração de um currículo com essa preocupação. Os dados produzidos mostram que os estudantes participam, mostram interesse,

interagem e conseguem produzir o pensamento químico, muito diferente do que acontece no ensino tradicional de química. Ao referenciar os conteúdos e conceitos introduzidos, a SE favorece até mesmo o "experimento mental", aquele em que estudantes e professor imaginam fenômenos que não podem ser produzidos em aula, como o do fracionamento dos componentes gasosos do ar atmosférico. O mesmo objeto referente favorece a significação, como mostram os dados.

A mudança do enfoque curricular com as características propostas indica a necessidade de os professores de escola participarem do processo de sua elaboração. Nas salas de aula, a mudança será lenta, conforme mostram os dados. À semelhança das "metodologias e programas de pesquisa" (Lakatos), as escolas como um todo e os professores como um coletivo tendem a proteger um programa de ensino já instituído, algo também reforçado pelos materiais didáticos a que têm acesso, pela forma como se apresentam os programas de concursos e pelas expectativas que têm os pais dos alunos quanto ao sucesso intelectual de seus filhos. Distinguir a diferença entre programa de concurso e programa de ensino pode acelerar o processo de mudança.

Uma situação prática, natural ou tecno-natural, para ser compreendida em sua totalidade, conforme proposto no currículo organizado com base em sucessivas SEs, exige estudos em suas múltiplas dimensões. Isso favorece a abordagem interdisciplinar e transdisciplinar da Área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e, potencialmente, das outras áreas, algo já mostrado em outro estudo sobre conceitos unificadores (Auth, 2005)¹¹. A SE permite superar a visão estanque dos componentes curriculares de uma área, que passem a ser intercomplementares, no sentido de um componente favorecer a significação de conceitos utilizados em outro.

Agradecimentos

Aos estudantes e professores da Área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da primeira série do Ensino Médio da Escola Francisco de Assis (EFA). Ao CNPq e Finep pelo apoio financeiro parcial para a Pesquisa. Ao Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências da Unijuí.

¹¹Maldaner, Otavio Aloisio. A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores/pesquisadores. Ijuí. Ed. Unijuí 2003.

²Bachelard, Gaston. Epistemologia, trechos escolhidos. De Dominique Lecourt, Zahar Editores, 1983.

³Vigotski, L.S. A Construção do Pensamento e da Linguagem. São Paulo, Martins Fontes, 2001.

⁴Lopes, Alice Casimiro. "Políticas de Currículo: Mediação por Grupos Disciplinares de Ensino de Ciências e Matemática" IN

Currículo de Ciências em Debate. Lopes & Macedo (orgs). Campinas, Ed. Papirus, 2004.

⁵Brasil, Parâmetros Curriculares Nacionais: MEC/ Secretaria de Educação Do Ensino Médio. Brasília 2005/ 2006.

⁶Sirgado, Angel Pino. "O Social e o cultural na obra de Vigotski" IN Educação & Sociedade, Cadernos Cedes. Campinas, 2000.

⁷Hames, Clarines. Formação de educadores em Ciências nos processos de interação entre professores da universidade, escola e em formação inicial-curso de Ciências da Unijui-.Dissertação Ijuí:Unijui 2003.

⁸Morin, Edgar. A Religação dos Saberes: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2002.

⁹Charlmers, A.F. O que é Ciência afinal? São Paulo:Brasiliense, 1993.

¹⁰Novoa, Antonio. "Para o Estudo Sócio-Histórico da Gênese e Desenvolvimento da Profissão Docente".In: Teoria & Educação. Porto Alegre, RS, Pannonica Editora LTDA.n.4,p.109-139, 1991^a.

¹¹Auth, Milton et al.. Compreensão das Ciências Naturais como Área de Conhecimento no Ensino Médio – Conceitos unificadores. Bauru, Atas do V Enpec, 2005.