



# REFLEXÕES SOBRE ESTILOS DE EXPLICAÇÃO CO- PARTICIPANTES DE ABORDAGENS DE CONTEÚDOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS

## REFLECTIONS ABOUT STYLES OF EXPLICATION CO- PARTICIPANTS IN APPROACHES OF CONTENTS OF THE TEACHING OF SCIENCES

Lenir Basso Zanon<sup>1</sup>

Clarinês Hames<sup>2</sup>, Tânia Regina Tiecher<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UNIJUÍ-Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/DBQ-Departamento de Biologia e Química, bzanon@unijui.edu.br

<sup>2</sup>UNIJUÍ-Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/DBQ-Departamento de Biologia e Química, clara@unijui.edu.br

<sup>3</sup>UNIJUÍ-Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/DBQ-Departamento de Biologia e Química, ttiecher@bol.com.br

### Resumo

Levando em conta a complexidade do objeto de estudo da área de Ciências Naturais, são analisados estilos de explicação em processos de produção de conhecimentos científicos escolares. Como eles se configuram, se inter-relacionam e contribuem para a melhoria da formação para o ensino, na área? A multitudine de abordagens envolvidas na compreensão de assuntos como ‘enzimas, respiração’ impõe reflexões, na formação de professores, sobre a essencialidade de cada saber disciplinar. Portadores de um estilo de pensamento (FLECK, 1986), por exemplo, Biologia, constituem um círculo esotérico relacionado, por sua vez, com outros círculos esotéricos, como a Bioquímica. Falas registradas em aula de Bioquímica II de um curso de licenciatura alertam para cuidados na abordagem de conceitos complexos, no ensino médio. Problematizar e (re)significar concepções e práticas docentes em abordagens de conteúdos do ensino escolar, mediante interações enriquecidas de condições assimétricas de mediação, contribui na constituição do professor e melhoria do ensino.

**Palavras-chave:** estilos de explicação, relações intersubjetivas, formação de professores, ensino de ciências.

### Abstract

Considering the complexity of the object of study of the Sciences, it is analyzed styles of explication in processes of production of scholar scientific knowledge. How do they constitute and interrelate among themselves and contribute to the improvement of the education for teaching, in **this** area? The multiplicity of approaches involved in the comprehension of subjects such as “enzymes and respiration” imposes reflections, in the education of teachers, about the essentiality of each particular knowledge. Followers of a style of thinking (FLECK,

1986), for example, Biology, constitute an esoteric circle related, in its turn, to other esoteric circles, such as Biochemistry. Talks registered in classes of Biochemistry II in a graduation course draw attention to precautions to be taken in approaching complex concepts in high-school. Problematizing and (re)signifying concepts and teaching practices in the approaches of contents of school teaching, with interactions enriched with asymmetric conditions of mediation, contributes in the constitution of the teacher and the improvement of the teaching.

**Key words:** styles of explication, inter-subjective relationships, teacher education, teaching of Sciences

## INTRODUÇÃO

A área de Ciências Naturais e suas Tecnologias (CNT)<sup>i</sup> tem um objeto de estudo específico, importante de ser conceitualmente (re)significado em contexto escolar, que se refere à compreensão do meio físico (natural ou tecnologicamente transformado), justificando-se, assim, sua criação e sua existência na educação escolar. Segundo as orientações curriculares nacionais, “no conjunto, a área corresponde às produções humanas na busca da compreensão da natureza e sua transformação, do próprio ser humano e de suas ações, mediante a produção de instrumentos culturais de ação alargada na natureza e nas interações sociais” (BRASIL, 2006, p. 102).

Dentro da área de CNT, “cada componente curricular tem sua razão de ser, seu objeto de estudo, seu sistema de conceitos e seus procedimentos metodológicos, associados a atitudes e valores” (idem, p. 102). Assim, por exemplo, em aulas de Biologia são estudados os seres vivos e suas interações. Em aulas de Química estuda-se os materiais, as substâncias e suas transformações. Contudo, em muitas aulas de Biologia, as abordagens e os estudos requerem a compreensão e o uso de conhecimentos químicos, como é o caso da Citologia, que abrange importantes compreensões sobre a composição química da célula, o metabolismo, a respiração celular e outros conteúdos.

Por outro lado, os currículos dos cursos de licenciatura em Biologia ou Química incluem disciplinas de Bioquímica, a qual se constitui noutra ciência específica, cujas linguagens e significados conceituais vêm sendo inseridas com dimensões progressivamente maiores nos livros didáticos e nos estudos de Biologia no Ensino Médio (EM). Pode-se dizer que a área de CNT inclui conhecimentos de Bioquímica, a qual não pode ser vista como um somatório de conhecimentos de Biologia com conhecimentos de Química.

Essas considerações iniciais evidenciam a complexidade do objeto da área de CNT, cuja compreensão inclui uma diversidade de conhecimentos que, tendo sido historicamente produzidos pela humanidade, constituem-se mediante estilos específicos de explicação. São exemplos os conhecimentos, linguagens, significados conceituais, formas de pensamento próprias a cada componente curricular (Biologia, Química). Sendo um estilo próprio de explicação, cada um é importante de ser pedagogicamente disponibilizado aos adolescentes, os quais, por sua vez, já constituíram, nas interações típicas aos seus contextos sócio-culturais, estilos outros de explicação, reportados ao conhecimento ‘cotidiano’, com suas linguagens, significações conceituais e formas de pensamento também próprias.

Nem sempre se leva em conta, em âmbitos educacionais diversificados, também no ensino de CNT, a dimensão da pluralidade inerente ao pensamento humano. Desconsidera-se a

---

<sup>i</sup> Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) a denominação da área é “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, mas este trabalho refere-se às Ciências da Natureza (sem a Matemática).

potencialidade das pessoas para aprenderem de forma dinâmica, plural e inter-relacionada, mediante aprendizados que dinamizam e antecipam os processos de desenvolvimento humano/social, não o contrário (VIGOTSKI, 2001). Nesse cenário problemático, este trabalho contrapõe-se à tendência de manutenção, nas práticas curriculares, da linearidade e fragmentação do conhecimento escolar, decorrente de um ensino de CNT cerceado a um mero repasse de definições prontas e dogmáticas. Contrapõe-se a aprendizados mecânicos, superficiais e passageiros que, não privilegiando o estabelecimento de relações com nexos de articulação entre formas diversificadas de explicação em aulas, carecem de significado e relevância social.

Nessa perspectiva, a investigação é direcionada para a análise de *estilos de explicação* co-participantes de processos de produção do conhecimento escolar, na área de CNT, dando atenção a como eles se configuram, como se inter-relacionam e como contribuem, potencialmente, para melhorar a formação para o ensino, na área. Isso, levando em conta a complexidade de seu objeto de estudo, como já referido neste texto.

A própria criação e existência da área de Educação em Ciências, enquanto campo específico de conhecimento, aliada à identidade da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), remete para a visão de uma complexidade. É uma área já consolidada, cuja comunidade científica organizada é composta por membros que pesquisam o ensino de Biologia, Física, Geologia, Química, em diversos níveis da educação. Conta com periódicos e congressos científicos sistemáticos, também consolidados. Para além da dimensão pedagógica, a área desenvolveu-se historicamente mediante condições favoráveis em termos epistemológicos, sendo recorrente o desenvolvimento de pesquisas sobre a interdisciplinaridade como princípio e atitude no currículo da educação básica. Cabe lembrar, também, que a área de Educação em Ciências inclui subáreas, a exemplo da área de Educação Química e de outras correlatas, cada uma sendo um círculo de comunicação e interação próprio.

Em que pese à complexidade da área de CNT, a formação docente carece de uma maior atenção a abordagens sobre ela, sendo recorrentes as críticas de que o ‘fracasso’ do desempenho escolar deve-se a um ensino que não leva em conta, também, a crescente complexidade da atual sociedade do conhecimento e da informação. Nesse cenário, a temática em discussão neste artigo refere-se à multiplicidade de campos científicos e *estilos de pensamento* inerentes a área de CNT. Compreender formas de sua co-participação em processos de construção do conhecimento escolar implica compreender as especificidades de diferentes *estilos de explicação* que permeiam as abordagens dos conteúdos, sendo essencial inserir reflexões sobre essa problemática na formação de professores. Este trabalho analisa tal inserção, especificamente, quanto ao ensino de assuntos complexos como ‘enzima, respiração’ no ensino e na formação de professores.

## **ESTILOS DE EXPLICAÇÃO E ESTILOS DE PENSAMENTO EM AULAS DE CNT**

Para analisar os *estilos de explicação* em aulas de CNT, parte-se de categorias propostas pela teoria do conhecimento de Ludwik Fleck, em especial, as de *estilo de pensamento* e *coletivo de pensamento*. No livro “A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico”, Fleck (1986) explicita sua linha de pensamento e categorias epistemológicas construídas a partir de um estudo sobre o desenvolvimento do conceito de sífilis e sua identificação diagnóstica (sorológica) pela verificação de anticorpos no soro sanguíneo. Segundo o autor, o conhecimento evolui mediante um coletivo que interpreta a realidade por meio de concepções comuns, que configuram uma ‘visão de mundo’ específica àquele contexto social, no qual, os sujeitos entendem-se entre si, ao explicarem fatos a partir de ‘maneiras próprias’ de encarar o mundo. De acordo com Fleck,

O conhecimento é vinculado e está na dependência de fatores sócio-culturais e empíricos, exercendo influências sobre a realidade social. Portanto, o conhecimento é o resultado sócio-histórico de um coletivo. O epistemólogo leva em consideração as diversas visões e interpretações de um mesmo fato por diferentes grupos de indivíduos, o que resulta em vários estilos de pensamento. (PFUETZENREITER, 2002, p.152).

Fleck era um médico que atuou profissionalmente e manteve intenso contato com a escola filosófica da cidade de Lwów, na Polônia, onde nasceu. Influências da cultura germânica fizeram com que a ciência e a cultura de Lwów estivessem ligadas às de Viena, além de influências “de outros círculos científicos ativos, como de biologia, bioquímica, matemática e medicina, sendo considerado prosseguidor da Escola Polonesa de Filosofia da Medicina. Esta escola foi constituída por três gerações de médicos-filósofos”. Entre as circunstâncias da formação e do exercício profissional de Fleck, que foram favoráveis ao desenvolvimento de estudos sobre sua teoria da ciência, cabe destacar o “clima de interdisciplinaridade dos vários círculos científicos com os quais conviveu”. (PFUETZENREITER, 2002, p.148).

Segundo Fleck (1986, p.145, 150 e 151) o *estilo de pensamento* é “um perceber dirigido com a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido. [...] O observar mais simples está condicionado pelo *estilo de pensamento* e unido, portanto, a uma comunidade de pensamento”. Nesse sentido, o autor considera que o pensamento é “uma atividade social por excelência que não pode localizar-se completamente dentro dos limites do indivíduo”. Nos dizeres de Fleck “ao portador comunitário do estilo de pensamento o chamamos coletivo de pensamento. [...] Um coletivo de pensamento existe sempre que duas ou mais pessoas intercambiam idéias”.

O *estilo* caracteriza-se pelos problemas que interessam ao *coletivo*, pelos juízos que o pensamento *coletivo* considera evidentes e pelos métodos que empregam como meio de conhecimento. Além disso, ele proporciona uma coerção sobre os indivíduos determinando o que não pode ser pensado de outra forma. Por conseqüência, o *coletivo de pensamento* existe sempre que duas ou mais pessoas compartilham o mesmo estilo de pensamento. O *coletivo* consiste numa comunidade que não deve ser confundida com um grupo fixo ou uma classe social uma vez que um *mesmo indivíduo* pode participar de mais de um *coletivo de pensamento* (NASCIMENTO, 2005, p. 3, sem grifo no original).

É importante essa visão fleckiana de que os portadores de um *estilo de pensamento*, constituindo-se num *coletivo de pensamento*, entendem-se entre si e são persuasivos na exigência de pensar daquela forma. Por outro lado, segundo Fleck (1986, p.145), o trabalho em equipe enquanto um trabalho coletivo propriamente dito não é simplesmente aditivo. “Consiste em criar, mediante o esforço conjunto uma estrutura especial que não é igual à soma dos trabalhos individuais”. Nesse sentido, podemos dizer que a compreensão, em aulas no EM ou na licenciatura, sobre ‘enzimas, respiração’ não é resultado de uma justaposição de compreensões químicas adicionadas a compreensões de Biologia, por exemplo, conhecimentos sobre as estruturas celulares somadas com conhecimentos sobre as ligações químicas.

O estilo de pensamento consiste, como qualquer estilo, em uma determinada atitude e em um tipo de execução. [...] Esta atitude tem duas partes estreitamente relacionadas entre si: disposição para um sentir seletivo e para a ação consequentemente dirigida. Ela cria as expressões que lhe são adequadas [...] dependendo em cada caso da prevalência de certos motivos coletivos e dos meios coletivos aplicados. (FLECK, 1986, p.145).

Fleck refere-se a *coletivos de pensamento* (i) causais e momentâneos e aos (ii) estáveis ou relativamente estáveis. “A ciência atual, como estrutura específica e coletivo-intelectual, se encontra nesta situação. [...] As comunidades de pensamento estáveis [...] cultivam, como

outras comunidades organizadas, uma certa exclusividade formal e temática [...] ou isolamento dos conteúdos de cada coletivo de pensamento". (FLECK, 1986, p.150 e 151). Ao analisar modos de mediação que configuram *estilos explicação* representativos de determinados *coletivos de pensamento*, o fazemos cientes de que, da mesma forma como o conhecimento escolar não se constitui num conhecimento homogêneo e linear, também “a produção do conhecimento científico não se dá de modo individual nem linear”. (NASCIMENTO, 2005, p. 4).

Lançamos mão, ainda, de duas outras categorias propostas por Fleck (1986), quando ele define dois círculos nos quais se produz e se usa os conhecimentos: o *círculo esotérico*, que corresponde a ciência associada a determinados especialistas (saber especializado) e o *círculo exotérico*, referente à ciência popular (saber popular). Consideramos, também, a visão fleckiana de duas categorias de comunicação: a *comunicação intracoletiva*, que se estabelece por meio das revistas especializadas e dos livros para os pares da respectiva comunidade de cientistas e a *comunicação intercoletiva*, que se estabelece mediante livros didáticos destinados à iniciação à ciência na escola bem como livros de divulgação ou populares, destinados a um público mais amplo. “De acordo com Fleck, uma *apresentação popular de conhecimentos científicos* caracteriza-se pela *omissão dos detalhes*, principalmente dos aspectos ainda em discussão entre os especialistas, de modo que se atinja uma *simplificação artificial*” (NASCIMENTO, 2005, p. 5). Essas características de *omissão e simplificação*, segundo Fleck, residem no próprio formato típico da comunicação num *círculo exotérico*:

A isto se une uma exposição artisticamente atrativa, viva e gráfica e, por último, uma valorização convincente consistente com o simples aceitar ou rejeitar certos pontos de vista. [...] Se nos aproximamos mais do grande círculo dos que têm uma ‘formação geral’, então o saber se faz ainda mais gráfico e mais simples; ao mesmo tempo desaparecem as provas coercionadoras do pensamento e se faz ainda mais convincente. (FLECK, 1986, p.161 e 163).

Devido à circulação intercoletiva de idéias, palavras/conceitos escolares são significados mediante a produção de diferentes sentidos, que podem estar mais próximos ou mais distantes daquele considerado como o ideal pelos especialistas de uma determinada ciência. A aprendizagem conceitual pode ser influenciada por diferentes processos de recontextualização didática dos conhecimentos científicos, devido às mediações realizadas ao longo dos próprios processos de produção dos textos didáticos ou de divulgação científica, com implicações, também, nas formas de leituras e compreensão dos mesmos.

Segundo Fleck, “a palavra como tal constitui um objeto especial de circulação intercoletiva”. Fora do círculo intracoletivo as pessoas atribuem sentidos diferentes do que o especialista, dependendo dos conhecimentos que ele detém, por isso, um mesmo termo é usado com significados diferenciados de um círculo esotérico para um exotérico. “Todas as palavras têm aderido um tom estilístico mais ou menos marcado. Este tom muda quando circulam intercoletivamente, o que produz uma certa variação de seu significado.” (FLECK, 1986, p. 156).

Isso remete para a visão de que, complexas por sua natureza, as explicações escolares, em aulas de CNT, são sistematicamente influenciadas por fatores diversificados. Nesse sentido, a atenção, neste trabalho, volta-se para linguagens e significações conceituais diversificadas (do cotidiano, específicas a cada ciência) co-participantes de explicações. Ações transformadoras de compreensões, enquanto processos de (re)construção social de práticas e concepções, requerem graus de assimetria interativa e impõem necessárias aberturas ao diálogo e cooperação, demandando a capacidade de saber lidar com dificuldades, entraves e limites sistematicamente interpostos em processos de formação, tal como os acompanhados nesta pesquisa.

Com apoio, também, no referencial histórico cultural (Vigotski, 2001), a análise dos *estilos de explicação* focaliza, neste trabalho, formas de uso intencional da palavra como instrumento de significação e reconstrução social de saberes, concepções e práticas. Parte-se dos pressupostos de que: (i) o conhecimento é produzido nas interações dos sujeitos nos meios sócio-culturais em que vivem/atuam; (ii) ao mesmo tempo em que transforma o meio, o sujeito interativo é dinamicamente por ele transformado; (iii) a realidade social, historicamente produzida por homens, constitui o sujeito histórico nas tramas das interações/mediações que a compõem. É nessa perspectiva que dirigimos o olhar para a especificidade das mediações/explicações nos espaços de interação investigados. Para além da função comunicativa, considera-se a linguagem como constitutiva do pensamento e da mente humana, aliada a aprendizados propulsores do desenvolvimento dos adolescentes. Ao analisar a especificidade das explicações que permeiam as interações investigadas, considerando-se que os sujeitos ao mesmo tempo produzem, detém conhecimentos (mais/menos explicitados e fundamentados) que influem na formação e na prática docente. Mediações diversificadas podem potencializar focos de problematização e ampliação de significados conceituais relativos a mudanças historicamente promovidas e compreendidas, na área da educação em CNT.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

A organização da pesquisa partiu do propósito de analisar discussões sobre a especificidade de *estilos de explicação* participantes do ensino de conteúdos da área de CNT, em aulas do EM ou da licenciatura. Para isso, foram planejados e implementados *Módulos Triádicos de Interação* (ZANON, 2003) de (i) licenciandos, (ii) professores da educação básica e (iii) professores da universidade em aulas da licenciatura (de Química e Biologia). Registros das falas visaram à explicitação e fundamentação de explicações envolvidas na compreensão de situações vivenciais, em atenção a processos de reconstrução sócio-cultural de práticas de interação e formação.

Este trabalho analisa, especificamente, um recorte dos resultados construídos a partir da transcrição das falas registradas no Módulo 8. Nele foram focalizadas abordagens e reflexões relativas ao ensino de ‘enzimas e respiração’, com atenção especial a como estes assuntos são abordados em livros didáticos e aulas do EM e/ou da licenciatura. O Módulo foi realizado no mês de novembro de 2008. Foram convidados, através de carta-convite, dois professores do EM, um de Química (PEMQ) e outro de Biologia (PEMB). Além deste, participaram duas professoras da universidade (PU), 29 licenciandos (L), sendo 21 de Biologia e 8 de Química, e dois mestrandos (M). As interações dos sujeitos participantes foram registradas (em áudio e agenda de campo) permitindo, após degravação, produzir e analisar resultados de pesquisa. Neste contexto, busca-se respostas à questão de pesquisa: quais reflexões relativas a estilos de explicação participantes de abordagens sobre ‘respiração e enzimas’ foram propiciadas pelo módulo? Como co-participam e contribuem na formação para o ensino de CNT?

Cabe informar que, a partir do 2º semestre de 2006, foram realizados oito módulos, nos quais, as turmas, divididas em grupos, realizam pesquisas coletivas usando fontes diversificadas sobre algum assunto vivencial relacionado ao componente curricular e, sem prejuízos ao andamento regular do mesmo, analisam livros didáticos e abordagens do assunto no EM. A análise considera resultados de etapas anteriores, com caracterização e fundamentação de tipologias interativas quanto a modos de mediação dos sujeitos de pesquisa mencionados, em especial as interações: (i) dialógicas de problematização com intencionalidade de conceitualização e (ii) dialógicas de problematização sem intencionalidade de conceitualização (Zanon, Hames e Stumm, 2004). Considera-se que trazer professores do

EM para contextos formativos de aulas da licenciatura enriquece as interações constitutivas do professor, na medida em que concepções e práticas docentes são problematizadas e conceitualmente (re)significadas, articuladamente a abordagens sobre o ensino de conteúdos de CNT, em especial, no EM.

## RESULTADOS

Nas falas a seguir, registrados no Módulo 8, os sujeitos manifestavam-se sobre a complexidade de explicar conteúdos bioquímicos no EM, por envolverem fórmulas de estruturas moleculares e supramoleculares bastante específicas, com exigência de graus avançados de abstração. Após a apresentação de alguns slides, por parte de PU, contendo figuras de livros didáticos sobre *respiração* e *enzimas*, foram discutidas questões relativas à especificidade de conhecimentos envolvidos nas explicações bioquímicas, não só no EM, mas também na universidade.

PEMB – Um dos conteúdos que eu trabalho, e que eu gosto muito de trabalhar, é biologia celular. Gosto! Para mim ela é muito desafiadora. Porque ela [citologia] é muito difícil. Porque para o EM ela é muito abstrata.

PU – É. E aqui também é [muito abstrata].

PEMB - Você tem que imaginar essas rotas metabólicas, essas reações químicas acontecendo. Se vocês, que daqui a meio ano estarão em sala de aula [como professores do EM], ainda têm dificuldades para compreender isso, então, vocês imaginam um aluno do EM, que tem, ali, os seus 15 anos. É muito difícil! E é isso que é o desafio. O que você faz para tentar, minimamente, produzir significados para esses conceitos [bioquímicos], nesse nível de ensino? E em que nível conceitual você consegue chegar com eles? Em que nível pode chegar?

Os futuros professores mostravam-se atentos aos depoimentos de PEMB, identificando-se e compartilhando a mesma linha de preocupação, frente à complexidade dos conhecimentos envolvidos na compreensão conceitual dos referidos conteúdos. Ainda que *respiração* seja algo tão fortemente presente na vida de cada pessoa, haja vista a impossibilidade de a gente sobreviver sem a troca dos gases entre o organismo e a atmosfera, a compreensão de tal assunto, enquanto necessidade vital, não pode ser vista como algo simples. As perguntas expressas por PEMB suscitavam reflexões, enquanto indagações importantes e verdadeiras para todos, no Módulo. Discussões sobre o “nível conceitual” possível de ser atingido por estudantes do EM eram fecundas, frente às finalidades do Módulo. Em busca de respostas, discutia-se sobre dificuldades inerentes ao entendimento das próprias ilustrações ou esquemas representativos de processos bioquímicos em abordagens sobre *respiração*. Complexas por natureza, tais explicações abrangem significações conceituais específicas à Bioquímica, sobre estruturas e transformações em nível molecular/supramolecular. Nos dizeres de Pfuetzenreiter (2002, p.150), a própria visão da evolução histórica de um campo do saber se torna extremamente complexa, “à medida que a estrutura do desenvolvimento das idéias é composta por várias linhas que se entrecruzam, às vezes convergindo e formando novas linhas, estabelecendo diversas conexões.”.

Análises de interações dos sujeitos em Módulos desenvolvidos em semestres anteriores já apontavam especificidades de mediações e conhecimentos em aulas de CNT. No Módulo 1, discutia-se que a complexidade do conteúdo *respiração celular* demanda compreensões químicas, em aulas de Biologia do EM, sobre ATP, ADP, NAD, etc. (ZANON et al, 2007). A atenção se voltava para a essencialidade do papel do professor que, com suas intervenções, mediante um *estilo de explicação* próprio, possibilita aos estudantes, desenvolverem um *estilo de pensamento* específico. É dessa forma que o professor cumpre com sua responsabilidade social: a de “intermediar, mediante o uso de linguagens e

significados conceituais diversificados, a construção do conhecimento científico escolar”. Em contraposição à tendência de facilitar o ensino, por vezes negligenciando a capacidade dos estudantes do EM, discutia-se, no Módulo 1 e também no Módulo 8, que, “na recontextualização didática das explicações científicas, tornar o assunto mais atraente não reduzirá a dificuldade do processo de ensinar e aprender.” As discussões corroboram o entendimento de que, por mais que se diversifique o uso de recursos e metodologias, isso “não significa que se torna fácil mediar o acesso às linguagens de modo a internalizar os significados conceituais coerentes com as explicações científicas.” (idem, p. 7).

PEMB dizia, a seguir, no Módulo 8, que, ao ensinar *composição química da célula* no EM, ela esperava que os estudantes tivessem alguns conhecimentos químicos, como acontecia nos anos anteriores, quando ela ensinava este conteúdo no 3º ano, não no 1º ano.

PEMB – Neste ano, quando eu dei composição química da célula, eu dei como estava acostumada a dar. De repente, eu perguntei para os alunos: “Vocês sabem isso?” “Não!”. [apontava para fórmulas químicas] “Vocês ouviram falar isso?” “Não”. “Hã? Socorro! Peçam para o professor de Química, porque eu não sei explicar isso.”. Aí o professor de Química [aponta para PEMQ] começou a trabalhar algumas coisas de Química com eles. Porque, antes [quando esses conteúdos eram trabalhados no 3º ano], era automático de minha parte.

PEMQ - Para vocês terem noção, na realidade, é jogar um monte de estruturas, que são compostos, por exemplo, na área da Bioquímica, em que tem carbono, aquelas fórmulas estruturais e tal...

PU – Como aparece nos livros!

PEMQ – Aparece isso, para um aluno que sai da 8ª série, que, enfim, deu mal e mal uma noção de ligação iônica e ligação covalente, compartilhamento de elétrons. E tu já entra em Bioquímica no 1º ano do 1º trimestre do EM?

LQ2 - Coitado!

PEMQ – Então, os caras ficam viajando na maionese. Imagine, falar, lá, em H<sup>+</sup>.

PU - É verdade.

PEMQ - Lá pela metade do ano é que eu vou entrar nessa parte de átomo e modelos atômicos. E mesmo assim eles têm uma dificuldade muito grande de compreender o que é um modelo atômico, entender que isso é uma construção [humana] e não é a realidade.

LQ3 - Mas é complicado.

PU – Deixa eu perguntar: quem é que fez Citologia, na Biologia do EM, no 1º ano? Levantem a mão. A maior parte fez no 3º ou no 1º? Lembram?

LQ3 – Aquilo lá [apontava para os slides], assim, é impossível de entender. E te jogam! Pelo menos, no meu EM, teve isso logo no início do ano letivo, no 1º ano.

LQ2 – Atropelou!

LQ3 – Então, foi aquela coisa! Assim, que a agente nem sabia o que estava vendo. Era célula, mas não assim [apontava para os slides]. Hoje eu lembro algumas coisas, e eu associo, agora, na Bioquímica, com aquilo que eu aprendi lá.

A começar pela atitude manifesta por PEMB em “Peçam para o professor de Química, porque eu não sei explicar isso”, as falas dos sujeitos de pesquisa podem ser analisadas mediante a visão das categorias fleckianas de circulação de pensamento: *intracoletiva e intercoletiva*. Consideramos importante a visão das interfaces que delimitam o universo de cada *coletivo de pensamento* integrante da área de CNT. Cada um tem seu *estilo de explicação* próprio: o do professor de Química, de Biologia, de Bioquímica, dos estudantes do EM. Isso remete para a visão da complexidade de relações que integra a dinâmica de circulação de pensamentos, representativos de diferentes *coletivos de pensamento*, cada um relativo a um âmbito específico de *circulação intracoletiva*. Discussões remetem, também, para a visão de uma *circulação intercoletiva* de pensamento, mediante interações entre



professores que planejam o ensino de conteúdos/conceitos, mediante distintos *estilos de pensamento*, em diferentes contextos.

No ensino de conteúdos da área de CNT como ‘respiração e enzimas’, é imprescindível a co-participação de disciplinas como Química e Biologia, círculos cujo nível de convergência entre *estilos de pensamento* não favorece a *circulação intercoletiva* de idéias. “Quanto maior é a diferença de dois estilos de pensamento, menor é a circulação intercoletiva de idéias”. Nela, ainda que os coletivos sejam pouco diferentes, fatos e explicações expressos sob linguagens e pensamentos diferenciados são objetos de certa transformação, enquanto conhecimento. “A comunicação não ocorre nunca sem transformação e sem que se produza uma remodelização de acordo com o estilo, que intracoletivamente se traduz em um reforço e intercoletivamente em uma mudança fundamental do pensamento comunicado (Fleck 1986, p.155 e 158).

Discussões sobre o estudo da composição química da célula em aulas de Biologia do EM denotam carências na compreensão química necessária à aprendizagem dos estudantes, mediante a produção de sentidos e significados e mediante relações entre conceitos.

PEMB – Agora, este ano, o fato de eu ter dado a parte da citologia que envolve as interações químicas no 1º ano, para mim, isso foi um desafio gigantesco. Porque quando eu pego eles lá no 3º ano, como eu dou Biologia no 1º, 2º e 3º ano, eu vou preparando eles. Quando eu trabalho a Ecologia, que é o primeiro conteúdo que se trabalhava, eu dizia: “bom, são seres vivos, e com exceção dos vírus, são formados por células. Células são [...]”. Tu começa trabalhando isso, e vai fazendo essa construção. [...] Daí era muito tranquilo. Só que agora não. E tem algumas coisas que tu não vai explicar. Fica meio automático. Lembro que um dia, eu estava explicando sobre metabolismo na mitocôndria, que entra isso, sai aquilo, passa aqui, produz aquilo. E, de repente, um aluno diz assim: “professora da onde sai aquele +?”. Eu pedi: “qual +?”. Ele disse: “aquele do NAD<sup>+</sup>”. Eu disse: “eu não tenho idéia da onde vem esse +, mas nós podemos dar uma estudadinha”. (Risos). Eu achava que ia olhar no livro, assim sabe, e eu ia achar a explicação sobre aquele +, e procurei, procurei e procurei, mas ...

PU - Não achou.

PEMB – [...] e aí eu pedir ao “PEMQ: da onde vem o +?”. “Há, não posso explicar agora”. Fui falar com PU “da onde vem o +?”. E ela me explicou. Então, o bom desses alunos, é quando tu pega, assim, uma turma que você vê quando eles têm vontade de aprender. Eles perguntam aquelas coisas que para nós muitas vezes passa batido, porque tu acha que isso é óbvio. Né? Daí eles fazem aquelas perguntas que, huú!!! Exigem bastante.

A professora, que havia dito que gosta de ensinar biologia celular, mesmo assim, depois de anos de atuação no EM, defrontou-se com uma pergunta do estudante, dentro do que ela ensinava, frente a qual ela não tinha uma explicação. Procurou em livros didáticos de Biologia do EM, mas ela não encontrou a explicação. O depoimento permitiu discussões sobre visões simplistas, tecnicistas e idealizadas de futuros professores sobre a prática escolar, tal como a visão de que ensinar é fácil (Carvalho e Gil-Pérez, 1993).

Discussões e reflexões propiciadas pelas interações em diferentes módulos, também no módulo 8, acenavam para a valorização do pensamento de que o professor, no ensino de CNT, não pode mascarar nem negligenciar a complexidade e o grau de dificuldade inerentes à área. Os resultados vêm reiterando que, por mais que o professor diversifique o uso de metodologias e recursos instrucionais, nada poderá mascarar ou minimizar o grau de dificuldade do ensino de conteúdos como ‘respiração e enzimas’. As discussões alertavam para a necessidade de mediar a compreensão de significados conceituais relativos a diferentes linguagens e pensamentos co-participantes das compreensões.

PU – Adianta dizer que o certo é NADH e FADH<sub>2</sub>, e que FADH é errado? O que muda se o aluno acertar ou errar o que está no livro e é pedido na prova? [...] Ou nós vamos ter que fazer uma luta para que os livros de Biologia parem de tratar nesse grau de complexidade, ou a Química vai ter que ajudar. Senão [apenas com o que consta nos livros de Biologia] como é que eles vão compreender isso?

PEMQ – Na realidade, assim, o ideal, na escola ideal, ou seja, na aula ideal, seria que muitas vezes você tivesse o tempo de nós dois estarmos juntos na mesma sala de aula, ou seja, nós dois, no sentido de um PEMQ junto com um PEMB.

PU – Talvez! É uma hipótese. É um sonho! O da Biologia entende de Biologia e o da Química entende de Química. Eu acho que é uma boa hipótese. É um sonho, e podemos sonhar isso: a aula do futuro.

PEMQ – Porque eu digo, assim, na realidade, surgiriam muitas dúvidas. E digamos assim, o aprendizado meu e dela e, principalmente, o aprendizado dos alunos seria muito diferente do que é.

LQ3 – [...] construir os dois conhecimentos juntos.

LQ1 – [...] como é muito complicado, para um professor, às vezes ter que dar conta de tudo isso, sendo um professor.

PU – Seja de Biologia, ou de Química.

LQ1 – Não com um professor polivalente que ‘saiba de tudo um pouco’, como muita gente pensa, a respeito de interdisciplinaridade. Seria interessante, isso sim, se fosse possível esse tipo de aula, com professores das duas disciplinas, o de Química e o de Biologia. Ou, também, o de Física, juntos, trabalhando os conteúdos sob as três ópticas, ao mesmo tempo.

PU - A escola ideal!

LQ2 – É, seria a escola ideal.

PU - Porque o professor de Química vai ser necessário para explicar aquela parte Química, mas ele não sabe e não está a fim de explicar aquela parte que o professor de Biologia adora explicar [...].

Novamente se discutia, a partir de slides contendo abordagens retiradas de livros didáticos do EM sobre ‘respiração e enzimas’, com a presença dos professores do EM, sobre alertas quanto à necessidade das diferentes formas de compreensão do assunto. Ficava visível que, embora PEMB e PEMQ costumem planejar juntos, cada um atua, respectivamente, no seu campo de formação, em aulas de Biologia ou de Química. Depoimentos e reflexões reforçavam a visão de que, embora venham buscando desenvolver um ensino com características interdisciplinares, um é professor de Biologia e outro é professor de Química. As interações valorizavam a visão de que a compreensão do conteúdo abrange linguagens e significações com *estilos de pensamento* diferenciados, que se inter-complementam entre si, em que o professor de Biologia, de Química e de Física atuam “juntos, trabalhando os conteúdos sob as três ópticas, ao mesmo tempo”.

A própria denominação da área, Ciências Naturais e Matemática, aponta para as múltiplas dimensões nas quais um conteúdo escolar precisa ser estudado. Isso pode levar à superação da fragmentação e da seqüência linear com que são abordados os conteúdos escolares. [...] Assim como a especificidade de cada uma das disciplinas da área deve ser preservada, também o diálogo interdisciplinar, transdisciplinar e intercomplementar deve ser assegurado no espaço e no tempo escolar por meio da nova organização curricular. (BRASIL, 2006, p. 102-103).

Neste em outros módulos (desenvolvidos em semestres anteriores), reflexões eram direcionadas para a importância do acesso a compreensões dos conteúdos, por parte dos estudantes do EM, mediante o uso de linguagens (signos) e significados conceituais específicos a cada campo científico (Biologia, Física, Química) integrante da área de CNT, em contraposição à extinção das disciplinas, como vêm sendo atualmente apregoado pela

Secretaria de Educação do nosso Estado (RS). Isso, reiterando o entendimento de que, impossibilitados de compreenderem conceitualmente as explicações sobre os assuntos, os estudantes tendem a se manter no nível da mera memorização de conteúdos. “Quando simplesmente memorizam os conteúdos, sem pensar conceitualmente em torno deles, sua aprendizagem será superficial, mecânica, passageira e sem relevância para suas ações, interações e vivências (ZANON et al, 2008).

Em diversos momentos, os módulos de interação desenvolvidos e investigados vêm suscitando abordagens e reflexões sobre as próprias concepções de ciência e de conhecimento científico, cotidiano ou escolar, em suas implicações no ensino de CNT. Vêm alertando para a necessidade de inserção, na formação de professores, de abordagens fundamentadas que propiciem a visão de ciência como um contexto sócio-cultural específico, pleno de instrumentos culturais a serem mediados nas interações.

Sendo criações historicamente construídas, os conceitos científicos precisam ser mediados e dinamicamente significados em salas de aula, mediante produção de sentidos, em contextos, sobre ‘algo’ no mundo real, o que não reduzirá a sua complexidade, frente ao papel específico da escola, que é o de propiciar o acesso aos conhecimentos universalmente produzidos, em especial, os das ciências, e cabe a ela proporcionar formas de apropriação, pelos estudantes, das explicações científicas sobre o mundo real, sendo essencial a constante busca por atualização. (ZANON et al, 2008).

Nesse artigo, a discussão sobre o papel social da escola e do professor da área de CNT levou em conta a visão da co-participação de diferentes *estilos de pensamento* em explicações necessárias de serem feitas em aulas de EM ou de licenciatura, a exemplo de ‘respiração e enzimas’. É nesse sentido que se defende a necessidade, relevância e essencialidade das diversas especialidades (disciplinas) que integram a área. Isso, entendendo, com base em Fleck, que cada especialidade, constituindo-se num círculo esotérico específico é constituída, por sua vez de diferentes círculos esotéricos. A existência dos diversos círculos esotéricos coloca a importância da sua consideração no currículo escolar, sob pena de negligenciar o acesso, por parte dos estudantes, a importantes conhecimentos historicamente construídos pela humanidade.

É assim que os processos formativos que acompanhamos valorizam a visão de que, no ensino tipicamente escolar, é por meio de interações assimétricas entre professores e estudantes que se estabelecem condições favoráveis à recontextualização pedagógica dos conhecimentos científicos. Em salas de aula, dinâmicas interativas (...) podem vir a articular aprendizados contextuais e conceituais que podem extrapolar, em muito, as respostas padrão que se tornaram convencionais. Podem vir a configurar processos de significação conceitual sobre estruturas em nível atômico-molecular, enquanto entidades teóricas culturalmente criadas, como  $O_2$ ,  $H_2O$ , ATP, NADH. (ZANON et al, 2007, p. 8).

Cabe registrar que a análise das interações, mediante triangulações e entrecruzamentos de resultados produzidos a partir de diferentes módulos e diferentes recortes no direcionamento do olhar ao objeto de investigação, corrobora a visão de que uma diversidade de condições interativas marca e potencializa os processos formativos. Ao longo de diversos semestres, construções teóricas decorrentes de processos investigativos já desenvolvidos servem de referência à análise de novos aspectos, mobilizando focos de reorganização e realimentação dos contextos em que se situa a realidade investigada, contando-se com referenciais sistematicamente mais amplos, complexos e diversificados, que ampliam possibilidades de validação dos resultados e construções (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

## **ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

Sendo um conhecimento bastante específico, a construção do conhecimento tipicamente *escolar* na área de CNT supõe processos dinâmicos de mediação de conhecimentos diversificados, nunca homogêneos, que configuram *estilos de explicação* que carecem de ser conceitualmente significados por professores que, refletindo epistemologicamente sobre suas concepções e práticas docentes, propiciam abordagens e mediações que favoreçam a compreensão por parte dos estudantes, em suas especificidades e inserções, em contextos dinâmicos de explicação de conteúdos e conceitos de CN.

Nesse sentido, indícios de reflexos, no Módulo, denotam um importante enriquecimento da formação docente, que acenam para a perspectiva da superação de concepções e práticas cerceadas à tendência a uma mera substituição de conhecimentos ‘errados’ por ‘verdadeiros’, ou a uma pretensa conversão de um no outro. Acenam para a superação da visão, ainda proeminente em contexto escolar, do aluno como ‘tabula rasa’, com cabeça vazia a ser ‘enchida’ de conhecimentos de cunho formalístico e dogmático. Em detrimento dela, a pesquisa corrobora a visão dialética de cultura/conhecimento, numa perspectiva *pluralista e descontinuísta* (LOPES, 1999, 2007), na medida em que valoriza e leva em conta a multiplicidade de *estilos de explicação* necessários de co-participar nas abordagens típicas ao ensino de CN. Acena, nessa perspectiva, para contribuições ao ensino e à formação para o ensino, na área.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Brasília, vol. 2, 2006.
- CARVALHO, Anna Maria P.; GIL-PÉRES, Daniel. Formação de professores de ciência. São Paulo: Cortez Ed, v.26, 1993.
- FLECK, L. La gènesis y el desarrollo de um hecho científico. Tradução de Luis Meana. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. A. Abordagens qualitativas de pesquisa: a pesquisa etnográfica e o estudo de caso. São Paulo: EPU. 1986. Cap. 2. p. 11-24.
- NASCIMENTO, Tatiana Galieta. – Pesquisa em Educação em Ciências. Contribuições da Análise do Discurso e da Epistemologia de Fleck para a Compreensão da Divulgação Científica e sua Introdução em Aulas de Ciências. Ensaio: Minas Gerais, vol.07, nº 2, p. 1-18, dez, 2005.
- PFUETZENREITER, R. Márcia. A Epistemologia de Ludwik Fleck como Referencia para a Pesquisa no Ensino na Área de Saúde. Ciência e Educação. V.8, nº2, p. 147-159, 2002.
- ZANON, Lenir B. Interações de licenciandos, formadores e professores na elaboração conceitual de prática docente: módulos triádicos na licenciatura de química. Tese de Doutorado em Educação. Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2003.
- ZANON, Lenir Basso et al. A Complexidade de Conceitos envolvidos na Compreensão de Conteúdos sobre Respiração em Aulas do Ensino Médio. In: Anais do XIV ENEQ – Encontro Nacional Sobre o Ensino de Química. Curitiba. p.1-12, 2008.
- ZANON, Lenir Basso et al. A Contextualização como Perspectiva na Formação para o Ensino em Ciências Naturais. In: Anais do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. p. 1-12, 2007.
- ZANON, Lenir Basso, HAMES, Clarinês e STUMM, Camila L. Interações intersubjetivas na formação para o ensino em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO R. (org). Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. p. 181-207.
- VIGOTSKI, L. S. A construção do Pensamento e da Linguagem. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

**Agradecimentos: ao CNPq; ao Gipec-Unijuí; aos sujeitos da pesquisa.**