

A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS: REFLEXÕES A PARTIR DA PRODUÇÃO DE UMA COLEÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS

Orlando Aguiar Jr., Maria Emília C. Castro Lima e Carmen De Caro Martins

RESUMO

Este trabalho sistematiza reflexões que orientaram a produção de texto didático de ciências de modo a encorajar os estudantes a desenvolverem conceitos científicos fundamentais. Apoiamos-nos em Vygotsky e Bakhtin para afirmar nossa convicção de que os sentidos das palavras não se resolvem em glossários, mas de seu uso em contextos sociais. Apresentamos exemplos, extraídos do texto didático e a partir deles, sustentamos três ‘lições’ sobre o processo de formação de conceitos. A primeira delas é de que as definições constituem uma etapa tardia no desenvolvimento de conceitos. A segunda é de que o desenvolvimento de conceitos envolve o reconhecimento, pelos estudantes, dos contextos que demandam seu uso para o entendimento do mundo. A terceira lição é de que o processo de formação de conceitos científicos consiste no desenvolvimento de formas específicas de falar sobre e com o mundo, modos de dizer que carregam significados e relações com outros conceitos.

Palavras-chave: Livro didático, formação de conceitos, sócio-construtivismo, linguagem e cognição.

ABSTRACT

This paper presents a systematization of the reflections that guided our decisions about how to design a science textbook that best encouraged students to develop basic scientific concepts. We drew upon the theories of Vygotsky and Bakhtin to support our conviction that what a word means is not revealed in a dictionary, but in its use in social contexts; that is, in encounters among different points of view. We present extracts from the textbook that support three “lessons” about the process of scientific concept formation. The first one is that definitions emerge at a late stage of concept development. The second lesson is that concept development implies that students can recognize which contexts require them to use scientific concepts in order to understand the world. And the third lesson is that the formation of scientific concepts involves the development of specific ways of talking about the world; that is, specific forms of speech that include meanings of and relations among other concepts.

Key words: Textbook, concept formation, social-constructivism, language and cognition.

INTRODUÇÃO

Um dos temas de grande interesse da pesquisa em educação em ciências tem sido a formação de conceitos científicos pelos estudantes. Em que pese o grande número e alcance de trabalhos publicados, bem como a diversidade de orientações teóricas dos mesmos, a produção acadêmica neste campo pouco tem influenciado na elaboração dos textos didáticos de ciências nos vários níveis de ensino.

Neste trabalho, pretendemos examinar o processo de formação de conceitos científicos balizado por nossa experiência como co-autores de uma coleção de livros didáticos de ciências¹, como formadores de professores e como professores de ciências nos níveis fundamental e médio. Apresentamos um ponto de vista segundo o qual o aprendizado de conceitos em ciências não pode ser dissociado de outras metas curriculares, como o aprender os procedimentos de produção de conhecimento em ciências (por meio de investigação orientada e argumentação) e aprender sobre ciência e tecnologia na sociedade.

Fazemos parte de um grupo de educadores que assumiu o desafio de produzir materiais didáticos para o ensino fundamental, orientados por uma ampla visão de ciências, de ensino, de aprendizagem e de currículo. Tendo participado de várias iniciativas de reformas curriculares, de projetos e cursos de formação inicial e continuada de professores de ciências, decidimos participar de modo mais efetivo das reformas educacionais em curso. O livro didático, a nosso ver, pode vir a ser importante instrumento de inovação em sala de aula (Aguiar Jr., 2004) e, para tanto, temos empenhado grande esforço e dedicação.

A DIFERENÇA ENTRE CONCEITUAÇÃO E DEFINIÇÃO

A prática corrente e tradicional no ensino de ciências consiste em apresentar um conjunto de definições, seguidas de alguns exemplos e muitos exercícios para fixação dos conceitos apresentados. Nessa perspectiva, os exemplos apresentados são poucos e são muitos os exercícios propostos aos estudantes, com poucas variações entre eles. A concepção de ensino que orienta essas práticas se assenta na lógica da explicação acabada, sem o contraponto da compreensão. Tal lógica se estabelece como um mecanismo de transferência de conhecimentos prontos e cristalizados por meio de definições.

Temos muitas críticas a esta perspectiva. Memorizar uma definição não auxilia a compreensão das muitas relações nela envolvidas. Afinal, a aprendizagem de conceitos é algo muito mais complexo do que o simples estabelecimento de definições consagradas em textos didáticos e em glossários. Nesse sentido, as definições não são ponto de partida no processo de ensino. Muitas vezes, as tomamos como mediação para a apropriação de um sentido novo a ser pensado e avaliado com os estudantes. Outras vezes, a definição ocorre apenas ao final do processo como a formalização de certas relações que já estão, de algum modo, compreendidas e consolidadas por quem as enuncia. A definição é momento de síntese, de compreensão sintética, acabada e formal (Lima e Silva, 2005).

¹ Este trabalho expressa concepções que orientaram a produção da coleção *Construindo Consciências*, dirigida aos estudantes de 5ª a 8ª série do Ensino Fundamental. A autoria da coleção é do Grupo APEC – Ação e Pesquisa em Educação em Ciências – do qual fazem parte os autores deste artigo (Orlando G. Aguiar Jr., Maria Emília Caixeta Castro Lima, Carmen De Caro Martins) e ainda Selma A Moura Braga, Ruth Schmitz de Castro, Helder Figueiredo e Paula, Nilma Soares da Silva e Mairy Barbosa Loureiro dos Santos.

A aprendizagem de conceitos constitui elemento fundamental na educação em ciências. Os conceitos são os instrumentos de assimilação, através dos quais interpretamos e interagimos com as realidades que nos cercam. Em outras palavras, os conceitos são ferramentas que utilizamos para pensar o mundo e a nós mesmos, para agir no mundo e interagir com os outros. Por outro lado, essa ação sobre as realidades a serem interpretadas e transformadas nos leva a rever constantemente os conceitos aprendidos, ou seja, a acomodá-los às novas circunstâncias que se nos apresentam. Assim, os conceitos vão se modificando, tanto em extensão quanto em compreensão, num processo lento e difícil.

Essa interpretação se apóia na interpretação de Vygotsky sobre a construção dos conceitos científicos. Para esse autor,

a experiência prática mostra que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo. (Vygotsky, 1991, p. 72).

Nesse texto, Vygotsky cita Tolstoi, que se reporta às suas vivências como educador:

Quando ela [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 de um 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 pertencem (...) Mas, transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno (...) é, estou convencido, tão impossível e inútil quanto ensinar uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio. (Tolstoi, 1903 apud Vygotsky, 1991, p. 72).

É preciso ainda lembrar da especificidade e da natureza dos conceitos científicos. Segundo Kohl,

a ciência trabalha com a construção de categorias formalizadas, de organização de seus objetos e com processos deliberados de generalização, buscando leis e princípios universais, estruturados em sistemas teóricos com clara articulação interna. (...) a esfera da ciência é claramente diferente da esfera da vida cotidiana e do senso comum, na medida em que se afasta do que é particular, contextualizado, referente à experiência individual e às necessidades imediatas. (Oliveira, 1999, p. 58-59)

Portanto, o processo de formação de conceitos científicos envolve a apropriação, pelos estudantes, dos novos modos de falar e pensar o mundo. Baseando-nos na Filosofia da Linguagem de M. Bakhtin, a compreensão da palavra alheia é resultado de um processo de confronto e interpretação, o que proporciona uma reavaliação, uma modificação e o surgimento de um novo signo na consciência, uma nova palavra interior (Brait, 2005, p.181). Assim, podemos entender a formação de conceitos como trabalho semiótico. A apropriação de um conceito resulta de um esforço de relacionar um signo interior qualquer que dispomos com a unicidade de outros signos que nos são apresentados no contexto social de uso e significados (Bakhtin/Volochinov, 1997, p.60). A compreensão dos conceitos envolve pelo menos dois

sujeitos. Mesmo quando estamos sozinhos, carregamos conosco outros textos, autores, pessoas com as quais interagimos. O processo de formação de conceitos é, nesse sentido, essencialmente dialógico.

Conferimos sentidos às palavras relacionando-as com outras palavras, significados e coisas. A tentativa de preencher vazios conceituais com palavras e definições alheias nos parece uma ilusão. Isso porque ao tentar preencher um vazio, nos reportamos a outros conceitos e outras idéias, que vão se tornando mais e mais complexas. Consequentemente, vão se criando novos vazios, outros não-ditos ou ditos não-compreendidos pelos sujeitos.

Na escrita da coleção *Construindo Consciências*, nos valemos dessa concepção de ensino e de aprendizagem que considera a linguagem como constitutiva do pensamento. A opção que fizemos foi de evitar definições prontas e descontextualizadas. Apostamos num sujeito da aprendizagem interativo e falante, que vai sendo introduzido a um novo modo de falar e compreender o mundo. Compartilhamos com Mortimer (2000) a idéia de que aprender ciências implica entrar em um mundo que se apresenta com uma linguagem própria, bem como tomar consciência das diferenças e das relações entre as linguagens da ciência e outras formas de falar e compreender o mundo.

Aprender conceitos, nessa perspectiva, é um processo lento, complexo e sempre inacabado, pois os conceitos vão sendo revistos e ampliados. Por exemplo, o conceito de átomo significava, para Dalton, a unidade indivisível. O conceito foi retomado e re-significado repetidas vezes na história da química. Enquanto as palavras duram, os sentidos mudam (Lima, 2005). O átomo deixou de ser indivisível, mas nos reportamos a ele usando a mesma palavra. Do mesmo modo como os conceitos mudam ao longo da história do pensamento científico, os sentidos que vamos construindo acerca deles também mudam. Mais uma vez, nos reportamos a Bakhtin:

Cientes dessa complexidade, acreditamos que o currículo de ciências deve eleger conceitos estruturadores do pensamento nos diversos campos do conhecimento científico. O projeto de educação em ciências que defendemos se constitui em torno de idas e vindas em torno dessas idéias-chave, consolidando e ampliando sentidos à medida que vão sendo revisitados em contextos diversos (Apec, 2003; Lima e Barbosa, 2005). Tal concepção de currículo se apóia na idéia de multiplicidade de sentidos de Bakhtin:

Mesmo os sentidos passados, aqueles que nasceram do diálogo com os séculos passados, nunca estão estabilizados (encerrados, acabados de uma vez por todos). Sempre se modificarão (renovando-se) no desenrolar do diálogo subsequente, futuro. Em cada um dos pontos do diálogo que se desenrola, existe uma multiplicidade inumerável, ilimitada de sentidos esquecidos, porém, num determinado ponto, no desenrolar do diálogo, ao sabor de sua evolução, eles serão lembrados e renascerão numa forma renovada (num contexto novo). (Bakhtin, 1997, p. 414)

Em lugar de partir de uma definição, poucos exemplos e muitos exercícios, a estratégia adotada na coleção *Construindo Consciências* consiste em apresentar diversos contextos e situações problematizadoras, que permitem ao estudante ver essas idéias em funcionamento. O uso de uma mesma idéia em variadas situações torna mais poderosos os conceitos e modelos eleitos como centrais ao pensamento científico. Como Tolstoi observou, a nova palavra, uma vez utilizada pelo estudante, em contexto apropriado, ela lhe pertence, torna-se palavra própria.

Um exemplo dessa abordagem pode ser encontrado no ensino do conceito de substância na coleção. Apresentamos como situação problema a discussão da pureza da água mineral, extraída de fonte natural. A análise do rótulo do produto permite aos estudantes identificar muitas “coisas” misturadas à água, embora ela lhes pareça “pura”. O roteiro da atividade, que apresentamos na figura 1, foi deliberadamente concebido de forma a colocar o conceito de substância a ser utilizado pelos estudantes, durante a realização da atividade.

Faça em seu caderno
Identificando a constituição da água mineral

Veja abaixo os dados extraídos de rótulos de água mineral:

CLASSIFICAÇÃO: ÁGUA MINERAL FORTIFICADA, AROMATIZADA E CARBONATADA.
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L): Bicarbonato 157,00 - Sódio 22,60 - Potássio 19,70 - Cálcio 14,40 - Magnésio 1,80 - Cloreto 1,80 - Sulfato 1,80 - Fluoreto 0,01 - Lítio 0,01.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS: pH = 7,10;
1,20 - Temperatura da Água na Fonte: 21,0°C;
Condutividade Elétrica a 25°C: 2,54 a 107 µmhos/cm.
- Resultado de Esporulação a 18°C: 0 unidades.
- 100,0 mg/L - São Carlos/MS 12/10/01 mg/L.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)	
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	1912 ± 06
Sódio (Na ⁺)	200 ± 26
Cálcio (Ca ⁺⁺)	100 ± 16
Fluoreto (F ⁻)	2,5 ± 0,2
Silica (SiO ₂)	27,0 ± 2,0
Misturações totais	2210 ± 100
pH	6,99 ± 0,11
CO ₂ livre	2,9 ± 0,2 g/L

Nos rótulos de água mineral, é possível obter informações sobre a composição química da água (sais minerais e gases dissolvidos) e a localização de sua fonte.

- Muita gente refere-se à água boa para beber como água “pura”. Mas, como aprendemos, a água é uma mistura de substâncias. Ela só seria “pura” se não houvesse nenhuma mistura. Com base nessas informações, você diria que as águas minerais descritas pelos rótulos ao lado são puras?
- Compare os rótulos de águas minerais provenientes de diferentes fontes e responda em seu caderno:
 - As substâncias misturadas na água de diferentes fontes são as mesmas?
 - As substâncias que aparecem em mais de um rótulo apresentam-se na mesma quantidade? Por que isso acontece?
- O que você acha da idéia de que água boa para consumo deve ser água pura? Explique.
- O que você entende por “água potável”?
- Procure saber: o que pode ser feito para que a água de um rio se torne potável?

PELOS CAMINHOS DA ÁGUA **CAPÍTULO 3** 63

Figura 1 – Atividade proposta na coleção para o desenvolvimento dos conceitos de substância e mistura (Construindo Consciências, vol. 1, p. 63).

Na atividade, pergunta-se, por exemplo, se as substâncias encontradas na água de rótulos diferentes são as mesmas, se as substâncias se apresentam na mesma quantidade e como isso se explica. Nossa intenção é de que o estudante vá se familiarizando com o conceito de substância, mesmo que não seja capaz, nesse momento, de dar uma definição do conceito. A expectativa é de que o estudante pode ter um nível inicial de compreensão do conceito de substância ao associá-la a nomes e fórmulas apresentados nos rótulos e a compreender que os materiais ocorrem naturalmente misturados. Outros materiais, como o leite, o sangue, o suco, por exemplo, não têm fórmulas. São misturas de substâncias. Retomando Bakhtin:

Ver uma coisa, tomar consciência dela pela primeira vez, significa estabelecer uma relação dialógica com a coisa: ela não existe mais só em si e para si, mas para algum outro (já há uma relação entre duas consciências) (Bakhtin, 1997, p. 343).

Ao longo da atividade, os professores acompanham, com atenção, os sentidos que os alunos atribuem às palavras material, substância, mistura, composto, elementos, entre outros. Os estudantes empregam esses termos com desenvoltura, embora os sentidos atribuídos por eles a essas palavras não correspondam, muitas vezes, ao significado que tais termos têm na ciência. As duas consciências, de que fala Bakhtin na citação acima, referem-se ao horizonte conceitual de professor e aluno. A falta de correspondência entre esses horizontes não impede que os conceitos

possam ser utilizados pelos alunos e, desse modo, progressivamente compreendidos e apropriados por eles. O entendimento da complexidade do processo de formação de conceitos exige de nós, professores, paciência, compromisso e atento acompanhamento. Essa perspectiva dissolve as ilusões de uma aprendizagem fácil e imediata.

A compreensão dos conceitos científicos envolve o encontro destes conceitos com o horizonte conceitual dos estudantes. Esse encontro algumas vezes é suave e harmonioso, em outras, permeado por tensões e conflitos. Apropriar-se do conceito científico, nesse sentido, envolve relacionar esse conceito com outros, científicos ou não. A aprendizagem de conceitos científicos envolve o reconhecimento de suas particularidades e, em circunstâncias apropriadas, utilizá-los corretamente. Para Bakhtin, a compreensão envolve uma atitude crítica e ativa frente à palavra alheia, um povoamento dessa palavra alheia com suas próprias contra-palavras:

Na linguagem da vida real, todo ato concreto de compreensão é ativo: o sujeito assimila o mundo a ser compreendido em seu próprio sistema conceitual constituído por objetos específicos e por expressões emocionais, e é indissolúvelmente imerso na resposta, com uma concordância ou discordância motivada. De algum modo, a resposta predomina como princípio ativo: ela cria a base para a compreensão, para uma compreensão ativa e engajada. Compreensão e resposta são dialeticamente imbricadas e mutuamente condicionadas cada uma a outra, uma é impossível sem a outra (Bakhtin, 1981, p. 282).

INTRODUZINDO O NOVO: O PAPEL DAS NARRATIVAS E DE EXPERIMENTOS

Ensinar ciências implica introduzir os estudantes numa cultura que, inicialmente, não lhe pertence e dar condições para que eles se apropriem dela e a relacione com outras dimensões de sua cultura e com a realidade concreta da vida, em suas múltiplas dimensões. Mas, se optamos por não introduzir os conceitos estruturadores das ciências por meio de definições, como então proceder? Que artifícios e estratégias usar para introduzir as idéias das ciências e disponibilizá-las para que sejam trabalhadas pelos estudantes? Para Driver e colaboradores (1999, p. 36), *uma maneira de introduzir os estudantes em uma comunidade de conhecimento é através do discurso no contexto de tarefas relevantes.*

Em outro texto (Lima, Aguiar e Braga, 1999, p. 27-28), afirmávamos a importância de se estabelecer contextos de vivência em que os conceitos científicos possam ser utilizados de maneira adequada como instrumento para compreensão de situações-problema. O modo de perguntar guarda propósitos diferentes, do mesmo modo que gera atitudes de resposta diferentes nos sujeitos aos quais se dirige o texto. Na coleção *Construindo Consciências* buscamos, muitas vezes, causar um estranhamento em relação aos fatos cotidianos, criando ambiente propício para introduzir explicações científicas. Ogborn e colaboradores (1996) chamam essa estratégia de *criar diferenças* e apontam para a importância desse momento como uma preparação da explicação que está por vir.

Na figura 2, indicamos uma estratégia de abertura de um capítulo sobre o ciclo e distribuição de água no planeta:



Figura 2 – Questões de abertura (Construindo Consciências, vol. 1, p. 51).

A estratégia de estranhamento (ou de criação de diferenças) é elemento crucial no processo de ensino e aprendizagem. Esse contexto e modo de perguntar evocam nos estudantes o desejo de uma resposta. Para Bakhtin, **compreensão** e **resposta** à palavra do outro são faces de uma mesma moeda: *Chamo sentido ao que é resposta a uma pergunta. O que não responde a nenhuma pergunta carece de sentido* (Bakhtin, 1997, p. 386).

Na coleção, diferentes estratégias foram usadas para introduzir conceitos científicos no plano coletivo da aula de ciências. No caso dos conceitos de substância e misturas, citados anteriormente, essas palavras são disponibilizadas desde o princípio e os estudantes, de certo modo, são levados a utilizá-las nos sentidos em circulação. Outras vezes, seguimos a máxima de Arons (1983): *primeiro a idéia, depois o nome*. Essa foi a estratégia que usamos para introduzir o conceito de densidade no capítulo *Receitas na Medida Certa*, parte da unidade *Ciência na Cozinha* (Construindo Consciências, v. 2, p. 186-201). Nesse contexto, receitas de culinária são apresentadas com variadas unidades de medida, algumas relativas a medidas de massa, outras a medidas de volume, o que permitiu introduzir questões como: *se utilizássemos uma balança para pesar esses ingredientes, uma xícara de fubá e uma xícara de farinha teriam a mesma massa?* Uma vez estabelecida a diferenciação entre medidas de massa e de volume, passamos então a coordená-las, nomeando *densidade* a relação entre massa e volume, o que significa comparar massas de volumes iguais de diferentes materiais. Uma vez introduzido o conceito, seus sentidos vão sendo expandidos na medida em que ele vai sendo utilizado em diferentes situações. A densidade, compreendida então como propriedade específica de materiais, é então ferramenta em outra atividade, para identificar materiais em um achado arqueológico. Mais adiante, o conceito é retomado no contexto da flutuação de corpos.

A vantagem desse procedimento didático está em inserir elementos que permitam ao estudante apreciar a novidade que o conceito “densidade” introduz. Nesse caso, evitamos antecipar a palavra destituída de sentido. Em lugar disso, buscamos criar a necessidade do conceito para então nomeá-lo.

Situações experimentais foram também utilizadas como recurso para introduzir conceitos. A prática do ensino de ciências usualmente relega aos experimentos a condição de ilustrar uma explicação já dada. Nesse caso, o experimento perde sua dimensão dialógica e seu valor pedagógico. Ao utilizar o experimento na introdução de conceitos e modelos científicos, a intenção que temos é a de ir forjando argumentos a partir de evidências que vão sendo apresentadas de modo a construir uma explicação científica. As figuras 3 e 4 exemplificam o uso desse recurso:

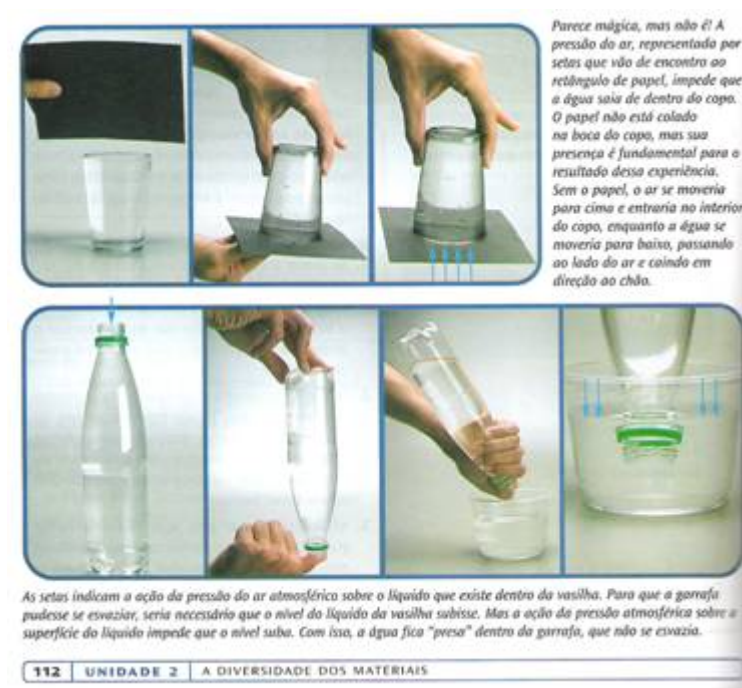


Figura 3 – Introduzindo o conceito de pressão atmosférica por meio de experimentos (Construindo Consciências, vol. 1, p. 112).



Figura 4 – Examinando fatores que alteram rapidez de reações químicas por meio de experimentos (Construindo Consciências, vol. 3, p. 27).

As atividades apresentadas nas figuras 3 e 4, assim como outras de mesma natureza, receberam críticas de alguns revisores da obra. Na visão desses colegas, os experimentos eram

inadequados, pois os resultados estão apresentados de antemão e discutidos no texto. Os revisores sugeriam o deslocamento dos experimentos para que fossem realizados pelos alunos, depois de um texto formal sobre os assuntos tratados e sem as figuras que anunciavam os resultados. Discordamos dessa orientação, baseando-nos em nossa experiência docente. Esses experimentos funcionam como recurso textual para construir explicações baseadas em evidências. Seu papel é o de auxiliar os estudantes na identificação de evidências e na articulação destas com os conceitos e modelos que vão sendo discutidos e consolidados pelos estudantes.

A narratividade é outro recurso largamente utilizado por nós na apresentação de conceitos e modelos científicos. Esse modo peculiar de ensinar ciências reflete uma concepção que tem o compromisso enredar o estudante numa história científica, de trazê-lo para o centro da cena. O uso desse gênero de discurso denota uma preocupação dos autores em manter uma comunicação próxima ao estudante e a atenção dos mesmos no desenrolar de uma história. Para Ogborn e colaboradores (1996), as explicações em ciências são como histórias cujos protagonistas são os conceitos abstratos da ciência.

Acreditamos que a narrativa é um modo rico de intercambiar experiências. É o gênero por excelência que usamos para conhecer. O homem aprende narrando, muito embora os textos científicos se orientem por um outro gênero discursivo onde os sujeitos não têm lugar (Lima, 2005). Se há algo universal é a necessidade de narrar. Trata-se de uma necessidade biológica (Umberto Eco, 1995 *apud* Lima, 2005, p.47).

A narrativa em si mesma é formadora, pois nela o fluxo da vida, o movimento mesmo da experiência sobrepõe às explicações lógicas conectadas por uma relação linear de causa-efeito. A narratividade talvez seja a maneira por excelência de constituição do próprio mundo mental (Lima, 2005).

Para citar um exemplo, no desenvolvimento do conceito de adaptação e da diversidade de vida, utilizamos largamente o gênero narrativo como estratégia de ensino. O modo de ser e de viver de diversos grupos de animais são apresentados por meio de histórias de vida de alguns representantes da fauna que são conhecidos dos alunos. Para apresentar as características do grupo dos peixes contamos como vivem as piabas, isto é, como são (morfologia), como se reproduzem, como respiram, como se locomovem e como interagem com o meio em que vivem.

Vida de Piaba – As piabas têm facilidade de viver em corredeiras. Nas primeiras chuvas do ano, esses peixes fazem a piracema. Os gametas do macho e da fêmea – espermatozóides e óvulos – são lançados na água ao mesmo tempo. O encontro dos gametas (...) (Construindo Consciências, v. 1, p 161-162).

Essa narrativa é um gênero textual semelhante àqueles que usamos na vida cotidiana, porém não é qualquer história que é narrada. Foram feitas escolhas, orientadas pelo projeto de dizer do professor de ciências, ou seja, os conteúdos biológicos mais relevantes a serem tratados. A narrativa se contrapõe à descrição usualmente utilizada nos livros didáticos de ciências e de biologia para tratar da morfologia e modos de vida de animais e plantas. O desenrolar da história científica se faz por meio de conceitos – gametas, reprodução, obtenção de energia, entre outros – que são apreciados em um contexto particular (vida de piabas) para em seguida serem generalizados para o grupo de peixes e, posteriormente, todos os outros vertebrados.

A narrativa é também explorada nas atividades sugeridas para os estudantes, como se vê no exemplo a seguir:

O que você aprendeu sobre O Ciclo de Vida de alguns Animais e Vegetais: Questão 5- Escreva uma história sobre a vida de uma planta que você conheça a partir de sua germinação. Sua história deverá ter informações sobre o tempo que ela demorou para crescer, características de suas flores e frutos e o modo como as sementes são dispersas. (Construindo Consciências, v. 1, p. 50)

Ao final de uma atividade sobre Conservação de Alimentos: Faça um texto sobre o que você já aprendeu lembrando-se de algumas situações que viu em casa, leu no livro ou escutou alguém contar. Não se esqueça que para conservar alimentos é preciso (...) (Construindo Consciências, v. 2, p. 213)

Essas narrativas mesclam aspectos da linguagem científica e cotidiana, permitindo uma aproximação dos estudantes com os modos de falar das ciências. Permite, além disso, uma reflexão e exame da realidade em que vive, ou seja, uma interpolação entre os conceitos e modelos abstratos da ciência com a vida cotidiana.

A GUIA DE CONCLUSÃO: POR QUE NÃO USAMOS GLOSSÁRIOS?

A fundamentação teórica e os exemplos dados ao longo deste trabalho nos permitem extrair algumas lições para a formação de professores e o desenvolvimento de currículos em ciências. As estratégias que utilizamos para o desenvolvimento de conceitos são variadas, mas não escolhidas ao acaso. Elas fazem parte de um projeto educativo que se sustenta em uma determinada visão de ensino, de aprendizagem. Na perspectiva que adotamos, os sentidos não são dados a priori, mas construídos pelos sujeitos a partir do encontro com outros sujeitos e outros textos, nos fluxos das interações verbais no espaço social da sala de aula.

Defendemos a idéia de que a formação de conceitos é um processo lento, difícil e essencialmente inconcluso. Isso aponta para a necessidade de uma abordagem curricular recursiva com idas e vindas, aprofundamentos, variação de contextos e complexificação de situações a serem abordadas e relacionadas. Aponta, além disso, para a necessidade de se fazer escolhas sobre o que ensinar e sobre as ênfases a serem dadas. Nesse sentido, é importante estabelecer metas para a aprendizagem, ao longo dos níveis de ensino, dos “modelos poderosos” (Millar, 1996) que estruturam o pensamento científico nos diferentes campos disciplinares.

Em nosso projeto de ensino, agora materializado em coleção de textos didáticos de ciências, defendemos a formação de conceitos científicos pelo uso funcional de sua linguagem em contextos de relevância para os estudantes. Essa perspectiva se contrapõe ao uso precoce e fechado de definições, entendidas por nós como coroamento de um processo e não como ponto de partida.

Esse tipo de abordagem elimina um impasse nos currículos de ciências. Muitos conceitos centrais nas ciências apresentam definições complexas e difíceis de serem introduzidas e assimiladas pelos estudantes no ensino fundamental. Além do conceito de substância, citado acima, podemos citar outros como energia, calor, fotossíntese, espécie e adaptação. Nesses casos, definições precoces muitas vezes atrapalham mais que ajudam. O impasse está em considerar que, não podendo defini-los com precisão, não devem ser objeto do ensino fundamental, o que cria problemas, pois são idéias chave na compreensão das ciências. Sendo conceitos complexos, essa é mais uma razão para que sejam apresentados recursivamente nos vários níveis de ensino, em diferentes contextos e níveis de complexidade.

Isso implica a necessidade de introduzir essa linguagem na relação com outras linguagens sociais, indicando suas diferenças e particularidades. Nessa concepção, é fundamental que, nas aulas de ciências, as crianças e jovens tenham amplas e variadas oportunidades de utilizar as linguagens da ciência.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR JÚNIOR, O. G. . Professores, Reformas Curriculares e Livros Didáticos de Ciências: parâmetros para produção e avaliação do livro didático. Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas, 2004 (versão eletrônica em CD-Rom).
- APEC – Ação e Pesquisa em Ensino de Ciências. Por um novo currículo de ciências voltado para as necessidades de nosso tempo. *Presença Pedagógica*. Belo Horizonte, v. 9, n.51, p.43-55, mai./jun, 2003.
- APEC – Ação e Pesquisa em Ensino de Ciências. *Construindo Consciências*. São Paulo: Scipione, 2003.
- BAKHTIN, M (VOLOCHINOV). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1997.
- BAKHTIN, M. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- BAKHTIN, M.. Discourse in the novel. In: BAKHTIN, M. *The dialogic Imagination: four essays*. Austin: University of Texas Press, 1981.
- BRAIT, B (org). *Bakhtin: Conceitos chave*. São Paulo: Contexto, 2005.
- DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E. e SCOTT, P.. Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, no 9: 31-40, 1999. Publicado originalmente em *Educational Researcher* 23(7): 05-12, 1994, traduzido por Eduardo Mortimer.
- LIMA, M E C. C., AGUIAR Jr., O. Ciências: Física e Química no Ensino Fundamental. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, v. 6, n.31, 39-49, jan/fev. 2000.
- LIMA, M. E. C. C., AGUIAR Jr., O., BRAGA, S. A. *Aprender Ciências: um mundo de materiais – livro do professor*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
- LIMA, M. E. C. C., AGUIAR Jr., O., BRAGA, S. A. M. Ensinar ciências. *Presença Pedagógica*. Belo Horizonte, vol 6, n.33, p.90-92, mai./jun., 2000.

- LIMA, M E C. C., SILVA, N. S. A química no ensino fundamental: uma proposta em ação. 28 RASBQ: Propostas atuais de ensino de química na Educação Básica do Brasil. Workshop da Divisão de Ensino da SBQ. Poços de Caldas, 2005.
- LIMA, M. E. C. C., BARBOSA, L. C. Idéias Estruturadoras do pensamento químico: uma contribuição ao debate. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 21, p.39-43, mai. 2005.
- LIMA, M. E. C. C. Sentidos do trabalho: a educação continuada de professores. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.
- MILLAR, R.. Science Curriculum for all. *Science School Review*, v. 77, n. 280: 7-18, 1996.
- MORTIMER, E. F. Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I. and MCGILLICUDDY, K.. *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press, 1996.
- OLIVEIRA, M. K. Três questões sobre desenvolvimento conceitual. In: OLIVEIRA, M.B. e OLIVEIRA, M.K. *Investigações Cognitivas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999, p. 55-64.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.