



# SITUANDO O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS NA SALA DE AULA DE BIOLOGIA<sup>1</sup>

## PLACING THE MEANING-MAKING PROCESS IN THE BIOLOGY CLASS

Lígia Cristina Ferreira Machado

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/ Departamento de Educação e Sociedade,  
[ligia.machado@terra.com.br](mailto:ligia.machado@terra.com.br)

### Resumo

O objetivo do estudo é analisar as especificidades que marcam o processo de construção de significados biológicos pelos alunos. Tomando como referência as noções de aprendizagem situada (LAVE; WENGER, 1995) e engajamento disciplinar produtivo (ENGLE; CONANT, 2002), analisa uma seqüência interativa que faz parte de uma unidade de ensino sobre reprodução no nível molecular realizada e videogravada ao longo de dois meses no Centro Federal de Educação tecnológica Celso Sucokw da Fonseca, unidade descentralizada de Nova Iguaçu, RJ. As análises evidenciam movimentos de articulação entre diferentes níveis de conhecimento (estrutural, funcional e relacional), bem como de seleção e mobilização de conceitos previamente construídos de modo a fazer emergir novos significados. Estes movimentos viabilizam a formação de novas formas de pensar, falar e fazer um determinado fenômeno biológico e parecem encaminhar elementos para caracterizar a especificidade do processo significação e ainda dos objetos de aprendizagem em Biologia.

**Palavras-chave:** Aulas de Biologia, ensino-aprendizagem, processo de significação.

### Abstract

The aim of this study is to analyze the specificities of the meaning-making process in Biology class. By having as a reference the notions of situated learning (LAVE; WENGER, 1995) and productive disciplinary engagement (ENGLE; CONANT (2002) , it analyzes an interactive sequence which is part of a teaching unity about reproduction at molecular level, recorded during two months at Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sucokw da Fonseca, in Nova Iguaçu, RJ. The analyses display the articulation among different levels of meaning (structural, functional and relational), as well as the selection and use of concepts previously built causing the appearance of new meanings. These moves enable the construction of new manners of thinking, looking and doing of a biologic phenomenon and appear to provide elements which characterize the specificity of process of meaning and objects of learning in Biology.

**Keywords:** Biology classes, teaching-learning, meaning-making process.

---

<sup>1</sup> Este trabalho é parte de tese de doutorado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal Fluminense.

## INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990 do século XX, a pesquisa em Educação em Ciências se aproxima de uma abordagem sociocultural e desloca os estudos sobre o entendimento individual dos estudantes acerca de fenômenos específicos para a construção de significados em contextos interativos como a sala de aula (MORTIMER; SCOTT, 2002). Esta reorientação teórico-metodológica se deve, em certa medida, às críticas realizadas aos pressupostos epistemológicos e psicológicos do modelo de ensino de ciências como mudança conceitual e ainda a entrada em cena dos trabalhos de Vygotsky (1998, 2001) e Bakhtin (1992) que, de um modo geral, enfatizam a dimensão social e assumem a centralidade da linguagem em seus sistemas teóricos.

Nesta perspectiva, a sala de aula, até então uma caixa preta, é aberta fazendo revelar sua complexidade e multidimensionalidade. A interação discursiva que se realiza neste espaço social torna-se objeto de estudo encaminhando uma nova forma de entender a aprendizagem, particularmente a aprendizagem em ciências. Como ressaltam Mortimer e Scott (2002) trata-se de uma virada discursiva, e, neste contexto, aprender ciências é também aprender a falar ciências. Assim, de um processo solitário e idiossincrático como pressuposto pela Modelo da Mudança Conceitual (POSNER ET AL, 1982) ou ainda linear, unidirecional e cumulativo como entendido no ideário escolar (COLINVAUX, 2007), a aprendizagem em ciências é assumida como prática social, como processo de construção de significados e sentidos, mediados pelo outro e pela linguagem. Mais que isso, envolve movimentos de alternância entre conflitos e negociação de um lado e alinhamentos e fixação de outro que Leander e Brown (1999) descrevem metaforicamente como uma dança de estabilidades e instabilidades.

Entretanto, para assumir a aprendizagem como processo de construção de significados, é preciso considerar dois aspectos relevantes: o primeiro relativo aos objetos da aprendizagem em ciências e, o segundo, sobre os mecanismos e especificidades que marcam e acompanham este processo de significação em diferentes áreas de conhecimentos tais como a Biologia.

Sobre os objetos da aprendizagem em ciências, é possível assumir a partir de Arcà, Guidoni e Mazzoli (1990, p. 24 e 25) que a “educação científica significa desenvolver *modos de observar* a realidade, e *modos de relacionar-se* com a realidade; e isto implica e supõe modos de pensar, modos de falar, modos de fazer, mas, sobretudo a capacidade de juntar todas essas coisas” (grifos dos autores). Se assim o é, o processo de ensino-aprendizagem em ciências parece transcender os limites da apropriação de conceitos, muitas vezes apenas memorizados, repetidos e sem qualquer significado para os alunos. Por isso mesmo é preciso considerar que:

[...] o problema educativo é muito mais amplo do que assinalar caminhos seguros, ou dar conteúdos técnicos específicos e não obstante necessários; é, sobretudo, o de ajudar a crianças, jovens e adultos a encontrar umas estratégias de colonização cognitiva. Por estratégias de colonização se pode entender um modo de conquista progressiva e gradual [...] mas também a um retrocesso contínuo; a um voltar a por em questão aquilo que se tem feito para organizá-lo de novo; a um estar em condições de servir-se também daquilo que já se possui, adaptando-o para responder a novas exigências; a um desejo contínuo de melhorar a ordenação de todo o “território”. (ARCÀ; GUIDONI; MAZZOLI, 1990, p.24).

Em relação à especificidade dos mecanismos envolvidos no processo de significação, uma pista é dada por Astolfi e Develay (1995) ao afirmarem que os

conceitos científicos como respiração, ecossistema, genes não são da mesma natureza que os conceitos lingüísticos e matemáticos, por exemplo. Isto supõe considerar que os mecanismos envolvidos no processo de significação desses conceitos também sejam específicos ou, ainda, adquirem especificidade no contexto em que se realizam.

Dessa forma, a aprendizagem em ciências vai se configurando, portanto, como um processo dinâmico caracterizado por um objeto específico que não se reduz a conceitos, mas inclui igualmente “modos de pensar”, “modos de falar” e “modos de fazer” que ganham visibilidade quando se focalizam as interações discursivas que se estabelecem na sala de aula.

Neste sentido, este trabalho se propõe a analisar uma seqüência interativa que faz parte de um conjunto de aulas de Biologia a fim de evidenciar os mecanismos específicos que entram em jogo no processo de construção de significados biológicos pelos alunos. Para isto, o estudo articula as noções de aprendizagem situada (LAVE; WENGER, 1995) e de aprendizagem como engajamento disciplinar produtivo (ENGLE; CONANT, 2002).

## **BASES TEÓRICAS:**

É possível afirmar que, tanto em contextos formais quanto não formais de educação, a aprendizagem tende a significar a aquisição de um corpo de conhecimentos, muitas vezes independente das situações nas quais esta aprendizagem se realiza. Particularmente em relação às escolas, pode-se dizer que sua preocupação principal situa-se na “transferência desta substância que se constitui de conceitos abstratos, formais e descontextualizados” (BROWN; COLLINS; DUGUID, 1989). De um modo geral, esta visão abstrai a cultura, o contexto e também as atividades que envolvem o processo de aprendizagem. Para Lave e Wenger (1995, p. 33 e 34):

Generalizações são freqüentemente associadas com representações abstratas, com descontextualizações. No entanto, representações abstratas não têm significado a menos que possam estar relacionadas a uma situação específica. Mais ainda, a formação ou aquisição de um princípio abstrato é por si próprio um evento específico em circunstâncias específicas [...] Neste sentido, qualquer poder de abstração está inteiramente situado, na vida das pessoas e na cultura que torna esta abstração possível. (Tradução da autora).

Nesta perspectiva, Lave e Wenger (1995) propõem a noção de aprendizagem situada que ocorre na interação da atividade, do conceito e da cultura. Em outras palavras, a aprendizagem se realiza quando há envolvimento e participação do sujeito que aprende em atividades social e culturalmente situadas. Como advertem Brown, Collins e Duguid (1989, p. 33):

[...] a atividade na qual o conhecimento é desenvolvido e desdobrado é agora visto como inseparável ou indispensável à aprendizagem e cognição. Também não é neutra. Melhor: é uma parte integrante do que é aprendido. As situações devem co-produzir conhecimento através de atividades. Aprendizagem e cognição, é possível afirmar, são agora fundamentalmente situadas. (Tradução da autora).

Lave e Wenger (1995) consideram que a aprendizagem situada ocorre quando os sujeitos se engajam em um processo de participação periférica legítima (*legitimate peripheral participation*) que envolve, inclusive, o sentimento de pertencimento a um

determinado grupo social. Pensando, particularmente, a sala de aula de Biologia, é possível supor que, à medida que desenvolvam modos de pensar, falar e fazer (biológicos) os alunos possam se engajar em atividades mais complexas relativas às práticas disciplinares específicas dessa área de conhecimento. Neste sentido, a participação periférica legítima evidencia as relações que estão em jogo no interior de um determinado grupo social, bem como a própria atividade que se realiza e os meios mediacionais nela envolvidos. Isto sugere uma abertura, uma maneira de se ter acesso a fontes de entendimento através de uma participação que pode ser cada vez mais crescente a partir da apropriação dos conhecimentos, instrumentos e habilidades relativos às práticas sociais que caracterizam uma determinada área de conhecimento.

Nesta mesma direção, Engle e Conant (2002) descrevem a aprendizagem como um processo de *engajamento disciplinar produtivo* visualizado a partir da participação dos alunos em questões e práticas disciplinares específicas e ainda por indícios de *progressos intelectuais* que se manifestam no curso das aulas. Assim, o engajamento disciplinar dos alunos pode ser sinalizado pela construção de argumentos mais elaborados e sofisticados ao longo do tempo, pelo levantamento de novas questões e problemas, pelo reconhecimento de conflitos, pelo estabelecimento de novas conexões entre idéias, ou ainda, pelo planejamento de alguma coisa para atingir ou satisfazer objetivos que tenham sido estabelecidos (ENGLE; CONANT, 2002). Os autores acreditam que a aprendizagem como engajamento disciplinar produtivo “fornece uma perspectiva complementar para visões de aprendizagem que se apóiam em comparações estatísticas do entendimento dos alunos baseados em pré e pós testes” (ibidem, p.403) justamente porque incorpora conteúdo e interação assumindo a aprendizagem como um processo simultaneamente cognitivo e social.

De acordo com Engle e Conant (2002), para promover este engajamento disciplinar produtivo, os contextos de aprendizagem devem se revestir de alguns elementos que se encontram inter-relacionados, tais como: a) problematização do conteúdo formulada tanto pelo professor quanto pelos alunos; b) dar autoridade para os alunos encaminharem, de forma responsável, soluções para os problemas que foram delineados a fim de se fazerem autores e produtores de seu próprio conhecimento; c) manter os alunos responsáveis pelo outro e também por normas disciplinares de forma a garantir que o trabalho intelectual que realizam seja correspondente a conteúdos e práticas disciplinares estabelecidas por intelectuais que se situam no interior ou mesmo fora do contexto da aprendizagem e d) proporcionar diferentes e relevantes recursos para manter e sustentar o engajamento disciplinar produtivo e que possibilitem aos alunos desenvolver e utilizar habilidades, conhecimentos, representações, materiais e tecnologias para enfrentar questões de uma disciplina específica.

A partir dos elementos formulados por Lave e Wenger (1995) e Engle e Conant (2002), é possível supor, tal como proposto por Arcà, Guidoni e Mazzoli (1990), que a aprendizagem em Ciências deve envolver modos de pensar, modos de falar e modos de fazer. Por isso mesmo, a aprendizagem pressupõe movimentos/práticas específicos no curso do processo de significação. Neste sentido, pode-se considerar que aprender Biologia não se reduz a apropriação de conceitos como “célula”, “fotossíntese” ou “proteínas”, mas inclui determinadas práticas que viabilizam a construção/produção desses modos de pensar, modos de falar e modos de fazer. São esses movimentos dos alunos na construção de significados em uma sala de aula de Biologia, que se espera visualizar neste trabalho.

## **PERCURSOS METODOLÓGICOS:**

Este trabalho se insere em um referencial teórico-metodológico qualitativo e assume a forma de um estudo de caso realizado no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, unidade descentralizada de Nova Iguaçu, RJ em uma turma de 1º ano do Ensino Médio-Técnico do curso de Telecomunicações, constituída por trinta e dois alunos, com faixa etária entre 15 a 17 anos.

Considerando que a aprendizagem, sendo situada, pressupõe a imersão dos alunos em um contexto em que se vivencia o que pode ser chamado de uma “cultura científica escolarizada”<sup>2</sup>, foi elaborada uma unidade de ensino acerca da reprodução no nível molecular, uma temática que permitiu a abordagem de questões atuais e complexas como transgênicos, clones e células-tronco articulada a conceitos biológicos básicos como moléculas de DNA e RNA em sua estrutura e duplicação e síntese de proteínas. Diferentes atividades foram propostas aos alunos, incluindo leituras e discussões de textos, prática de laboratório, construção e análise de ideogramas e simulação do processo de síntese de proteínas. A unidade de ensino foi realizada ao longo de seis semanas o que corresponde a um bimestre letivo.

Neste estudo, optou-se por uma abordagem multifocal, a fim de evidenciar o processo de produção de significados envolvendo formas de pensar, falar e fazer em Biologia, e isto supõe um conjunto variado de dados obtidos em diferentes situações e momentos. Por isso, os dados foram coletados a partir de videogravações de todas as aulas dessa unidade de ensino, do questionário respondido pelos alunos da turma, antes do início das atividades, para levantamento de suas concepções prévias acerca do tema tratado, e ainda da produção escrita desses mesmos alunos realizada ao longo da unidade de ensino.

Para leitura dos dados videogravados, adotou-se uma matriz analítica proposta por Mortimer et al (2007) constituída por categorias como o tema, a posição dos sujeitos na sala de aula, o conteúdo do discurso do professor, os padrões interativos e a abordagem comunicativa. O uso dessas categorias permitiu a caracterização da dinâmica discursiva dessa sala de aula, conferindo sentido aos eventos que nela se estabelecem bem como a definição de episódios e seqüências interativas a serem analisados para a caracterização do processo de construção de significados biológicos pelos alunos. Especificamente para este trabalho, foi selecionado um momento da dinâmica que reúne as seqüências 1, 2 e 3 do primeiro episódio dessa unidade de ensino.

## **EVIDENCIANDO RELAÇÕES ENTRE ESTRUTURA E CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS E ESTRUTURA E FUNÇÃO NUCLEAR**

A seqüência apresentada faz parte do primeiro episódio da primeira aula desta unidade de ensino. O objetivo da professora é introduzir a temática que trata da relação entre estrutura e função do núcleo celular. Para isto, apresenta de forma adaptada uma situação experimental realizada em 1930 com uma alga unicelular macroscópica chamada *Acetabularia*<sup>3</sup>. Com esta proposta, dois aspectos estão em jogo na dinâmica pedagógica: um primeiro diz respeito à inauguração de um espaço de interlocução, pois,

---

<sup>2</sup> Neste estudo adota-se a expressão “cultura científica escolarizada” uma vez que é reconhecida a existência de uma especificidade de objetivos, objetos e significados da ciência que se ensina nas escolas.

<sup>3</sup> Este estudo serviu para evidenciar que substâncias presentes no núcleo celular das algas eram responsáveis pelo aparecimento de características que hoje sabemos tratar-se do RNA mensageiro.

a partir desse momento, ainda que ocupem posições assimétricas neste contexto específico, alunos e professores serão alternadamente locutores e interlocutores (SMOLKA, 1991), garantindo a construção de uma seqüência de natureza interativa mas de autoridade posto que a perspectiva científica parece organizar e controlar os modos de dizer e pensar acerca do fenômeno em questão. O segundo aspecto revela uma relação estreita com uma característica que é intrínseca à própria ciência enquanto saber de referência, a sua possibilidade de prever e explicar determinados fenômenos. A seguir a seqüência:

1. P: (...) *uma alga chamada Acetabulária. E o interessante é que quando o pesquisador fez isto é... foi este exercício mesmo...*
2. Nathan: *Ela é uma alga azul?*
3. P: *Não, ela é uma alga verde.*
4. Nathan: *Uma alga verde (repete com voz mais baixa)  
Então ela é uma eucarionte?*
5. P: *É uma eucarionte, exatamente. Então ele pega essa alga secciona, quer dizer, ele corta ao meio essa alga e deixa uma parte sem núcleo e uma parte com núcleo da célula. (Esquematiza no quadro o experimento). Vamos pensar então. O que vocês avaliaram? O que acontece com uma parte e o que acontece com a outra parte?*
6. Alunos: *Uma morre e outra vive.*
7. P: *Quem morre?*
8. Alunos: *A anucleada morre e a nucleada vive.  
(Muitas vozes)*
9. P: *Então a nucleada vive e a anucleada morre (Registra no quadro).*
10. P: *Esta parte que não tem núcleo vive até um tempinho, algumas horas, mas depois ela realmente morre.... Isto é uma experiência antiga chamada merotomia quando se faz esse tipo de corte e deixa uma única parte com núcleo ou quando se retira o núcleo da célula pra ver o que acontece chamamos de enucleação. Mas o que é preciso pensar é: por que esta parte que tem núcleo continua vivendo e porque esta parte que não tem núcleo vai morrer?*
11. Alunos: *Porque... (inaudível – muitas vozes).*
12. P: *Ronnie.*
13. Ronnie: *Porque com o DNA do núcleo ela vai se duplicando, formando novas células.*
14. P: *Então eu devo supor que no núcleo tem um material que é o que, Ronnie?*
15. Ronnie: *O DNA.*
16. P: *O DNA. E o que o DNA tem a ver com essa situação?*
17. Nathan: *Tudo né.*
18. P: *Ronnie você falou mais coisas.*
19. Ronnie: *É eu falei... Porque é ele que comanda... deixa eu ver...*
20. Nathan: *inaudível*
21. Ronnie: *É (concordando) é ele que comanda a célula.*
22. P: *Tá, então o núcleo contendo esse DNA comanda a própria atividade da célula.*

Nesta seqüência, a professora, logo no turno 1, procura situar a experiência para os alunos. Começa por fazer referência ao organismo que foi utilizado no estudo, uma alga chamada *Acetabularia*. Nathan rapidamente intercepta a professora, no turno 2,

para perguntar se a Acetabulária é uma alga azul. Dessa forma, parece reconhecer que existem diferentes tipos de algas. De posse da informação fornecida pela professora de que se trata de uma alga verde, Nathan, no turno 4, pode então classificá-la como sendo uma alga eucarionte, o que é confirmado pela professora no turno 5. Com este movimento, o aluno introduz, logo no início da discussão, um conceito que fora construído em contextos anteriores e que será resgatado oportunamente pela professora em uma seqüência posterior e também, implicitamente, por outro aluno no turno 13. Mas não é só isto, revela também uma forma específica de pensar e falar acerca dos objetos e fenômenos (*Então ela é uma eucarionte.*) já que classificar os organismos é uma tarefa que ocupa os biólogos desde longa data e que atualmente se organiza a partir de critérios que procuram evidenciar relações de parentesco evolutivas para se reconstruir a filogenia ou filogênese dos diferentes grupos de seres vivos. A classificação biológica envolve o agrupamento de organismos de acordo com semelhanças e diferenças, mas, para isso, é preciso selecionar características biológicas efetivamente importantes para não se cair na armadilha de um sistema artificial de classificação. Na situação em questão, o critério específico diz respeito à ausência ou presença de um núcleo individualizado que encerra o material genético da célula, o que permite classificar o organismo, respectivamente, em procarionte ou eucarionte. As algas azuis, atualmente chamadas de cianobactérias, são organismos procariontes, característica que as distingue de todas as outras algas. Nathan parece usar essa lógica que orienta os processos de classificação evidenciando certo conhecimento sobre o que e quais são os organismos procariontes (*É uma alga verde [então] é uma eucarionte*).

Ao mesmo tempo, a interferência de Nathan permite considerar outro aspecto da prática pedagógica que se refere a uma tentativa de alinhamento focal (LEANDER; BROWN, 1999), ou seja, o desejo de fixar e delimitar o objeto a ser explorado do ponto de vista conceitual. Isto talvez permita ao aluno se situar no contexto da discussão que vai sendo delineada.

Após esta intervenção do aluno, a professora, no turno 5, retoma a apresentação da situação experimental que se constitui efetivamente no objeto de discussão que irá orientar o curso da aula, mas o faz verbalmente e esquematicamente no quadro, talvez como uma estratégia didática que permita aos alunos visualizarem, ainda que de forma simplificada, o experimento sobre o qual deverão prever e explicar possíveis resultados. A professora, dando continuidade a sua enunciação, propõe aos alunos um primeiro questionamento: “*O que acontece com uma parte e o que acontece com a outra parte?*”. Os alunos rapidamente se posicionam (*Uma morre e outra vive.*), mas é preciso especificar melhor as respostas como adverte a professora no turno 7 (*Quem morre?*). Com este modo de dizer, talvez a professora sinalize um aspecto elementar que envolve a prática científica e a prática científica escolar, que diz respeito ao rigor das previsões. Atendendo à solicitação, os alunos, no turno 8, afirmam com certa segurança que “*A [parte] anucleada morre e a nucleada vive.*” Dessa forma, evidenciam que o núcleo é uma estrutura vital para o funcionamento celular, um conhecimento anteriormente construído que lhes permite prever os resultados da experimentação.

No curso da interação, a professora parafraseia a resposta dos alunos registrando-as no quadro, talvez com a intenção de avaliá-la positivamente. Em seguida, formula um longo enunciado que serve para: confirmar os resultados previstos, desenvolver a história científica, introduzir novos elementos relativos a este tipo de experimentação e ainda solicitar aos alunos que expliquem os resultados previstos inicialmente. Dessa forma, dá oportunidade aos alunos de explorarem suas visões e

entendimentos sobre o fenômeno em questão, ao mesmo tempo em que vai encaminhando a aula para o conteúdo que fora previamente planejado, qual seja a estrutura e função nuclear.

Com este movimento, vários alunos se manifestam, mas é no turno 9, a partir da fala de Ronnie, que elementos significativos vão sendo postos em circulação. Para Ronnie “[...] *com o DNA do núcleo ela vai se duplicando, formando novas células*”. Portanto, sua enunciação revela que é no núcleo celular que se encontra o DNA, reconduzindo de forma implícita para o contexto da discussão a noção de célula eucarionte já apresentada por Nathan logo no início da seqüência. Ao reconhecer que é no núcleo que se encontra o DNA da célula, Ronnie aponta para um componente essencial da estrutura nuclear. Mais que isso, o aluno relaciona a presença do DNA à capacidade da célula de se dividir formando duas novas células. Dessa forma, sua resposta, ao mesmo tempo em que incorpora conceitos anteriormente construídos e que não estavam até então explicitados no curso da discussão (DNA e divisão celular), revela que estabelece uma relação estreita entre estrutura e função nuclear. Reconhecendo a riqueza da resposta do aluno, a professora, nos turnos 10 e 12, procura marcar alguns significados. Assim, pede a Ronnie que repita qual o material que está presente no núcleo e, em seguida, o relacione aos resultados obtidos na experimentação. Ronnie, no turno 19, parece encontrar dificuldades em recuperar as idéias formuladas em seu enunciado; entretanto, ao fazê-lo, acaba por introduzir uma nova função nuclear diretamente relacionada à existência do DNA no seu interior e que diz respeito ao “comando” ou controle de toda atividade celular. Neste movimento, a professora vai construindo, juntamente com os alunos, as funções do núcleo celular, que permitem explicar o porquê da parte nucleada ser capaz de continuar vivendo. Essas funções do núcleo celular vão sendo registradas no quadro e anotadas pelos alunos em seus cadernos servindo como uma memória coletiva. Neste momento, pode-se pensar como Smolka (2004, p. 43) que:

As palavras usadas vão provocando imagens. Elas têm história. E o trabalho com palavras e imagens cria cenas, desenvolve narrativas. As palavras vão mobilizando, constituindo a imaginação, vão configurando conceitos. Denso e intenso trabalho simbólico. Podemos conceber e imaginar movimentos e processos... Nesse trabalho imaginativo e conceitual vão se formando universos discursivos coletivamente partilhados e orientados.

A seqüência apresentada indica um percurso de significação caracterizado por modos específicos de falar, fazer e pensar sobre um determinado fenômeno (ARCÀ, GUIDONI; MAZZOLI, 1990). Mas por que dizemos específicos? Porque revelam uma estreita relação com as formas de pensar e organizar o conhecimento biológico. Não é apenas um processo de significação de conceitos que está em jogo, mas também movimentos, ou melhor, práticas específicas para significar. Nathan, por exemplo, estabelece uma estreita relação entre estrutura (presença ou ausência de núcleo individualizado) e classificação dos seres vivos (organismos eucariontes ou procariontes). A construção de sistemas de classificação encontra-se na base do conhecimento biológico. Saber que a *Acetabularia* é uma alga verde e não uma alga azul permite-lhe classificá-la como um organismo eucarionte. Ronnie reconhece a existência de uma molécula de DNA e que a mesma se encontra situada no núcleo já que se trata de um organismo eucarionte. Dessa forma, estabelece uma primeira relação entre um componente estrutural presente no núcleo – o DNA – e uma função nuclear que é a de garantir a própria existência da célula já que é responsável pelo controle de



sua atividade metabólica, o que lhe permite prever e explicar um determinado fenômeno a partir de uma perspectiva biológica.

De um plano mais geral sobre o processo de construção do conhecimento científico pelo aluno, pode-se visualizar os movimentos de articulação que acabam por gerar/produzir novos significados. Para Meirieu (1998), essas articulações podem ser pensadas a partir da noção de *ancoragem* formulada por Ausubel, que considera que o fator mais importante no processo de aprendizagem é a quantidade, a organização e a clareza dos conhecimentos de que o aluno já dispõe pois é a partir deles que vai se agregar a novidade. Aprender, portanto, é uma operação curiosa em que a mobilização das aquisições anteriores permite o seu enriquecimento e a sua re-elaboração.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

Encaminhar uma forma biológica de pensar, olhar e se relacionar com o mundo pressupõe um movimento que inclui re-significar o próprio objeto de aprendizagem em Biologia que, por uma tradição fortemente ancorada em uma perspectiva cartesiana, tende a se situar em uma dimensão exclusivamente conceitual e ainda mecanicista. Olhar uma sala de aula de Biologia e observar as práticas que entram em jogo no processo de construção de significados, exige considerar algumas especificidades do conhecimento biológico escolar, relativas aos *níveis de conhecimento* a serem abordados nas relações de ensino (HORTA MACHADO, 1999).

No ensino de Biologia, estes níveis se referem às dimensões estrutural, funcional/processual e relacional que devem estar articuladas de modo a se construir uma visão ampla e aprofundada dos fenômenos biológicos. É possível considerar que o objeto central do ensino de Biologia é o estudo dos seres vivos e, para isso, é importante uma abordagem dos aspectos estruturais relativos às unidades que os constituem tanto do ponto de vista microscópico e molecular, que inclui citologia, histologia, anatomia e genética, quanto do ponto de vista da composição bioquímica dessas estruturas. No sentido de se compreender a finalidade desse nível estrutural, é fundamental a articulação com o nível de conhecimento que envolve os mecanismos fisiológicos relativos aos diferentes sistemas que integram os organismos a fim de garantir seu equilíbrio interno e conseqüente sobrevivência. Este nível de conhecimento deve abranger igualmente processos bioquímicos relacionados ao metabolismo celular como, por exemplo, síntese de proteínas, respiração celular e fotossíntese. Além disso, deve existir um nível de conhecimento relativo às relações entre os seres vivos que evidenciam a dinâmica de interdependência a qual todos estão sujeitos. Esta interdependência entre os seres vivos deve ser revelada tanto no nível estrutural quanto funcional. Assim, o estudo das cadeias e teias alimentares deve envolver as trocas de matéria e energia que se realizam entre os organismos e isto inclui considerar as reações que absorvem e liberam energia e que se referem, respectivamente, aos processos de fotossíntese e respiração celular. Esta abordagem dos seres vivos, contemplando aspectos estruturais, funcionais e relacionais, permite contemplar de forma transversal dois temas fundamentais que organizam o conhecimento biológico e encontram-se inter-relacionados: a evolução e a classificação.

A integração desses diferentes níveis de conhecimento se constitui em um instrumento conceitual necessário à construção de um pensamento biológico escolar. Na análise apresentada, evidencia-se este movimento quando Nathan se vale de um nível estrutural e microscópico para classificar a alga como um organismo eucarionte e

também quando os alunos estabelecem uma estreita relação funcional entre núcleo e célula. Dessa forma, mobilizam um conhecimento relativo às funções do núcleo para explicar um resultado: a parte nucleada vive e a parte anucleada morre. Avançando nesta explicação, Ronnie dá visibilidade a uma nova relação que envolve um componente estrutural específico do núcleo, o DNA, à função por ele desempenhada, qual seja, a de controlar toda a atividade metabólica da célula. A articulação entre estes elementos viabiliza a emergência de determinados significados.

Estes aspectos sinalizam ainda que a construção de um modo de pensar, falar e fazer biológico pressupõe a incorporação de teorias e modelos explicativos que auxiliam os alunos a ir além do observável (MORTIMER; SCOTT, 2002). Assim, os alunos percorrem caminhos que vão dos objetos às causas escondidas, mas também das causas escondidas aos objetos (LATOURETTE, 2000).

A partir dessas considerações, é possível afirmar que a construção do conhecimento biológico pelo aluno, com suas formas de fazer, falar e pensar o fenômeno depende do entrelaçamento entre níveis de conhecimento (estrutural, funcional e relacional) e entre uma dimensão observável e outra teórica relativa aos modelos explicativos. Este entrelaçamento é viabilizado a partir de movimentos, ou mais especificamente, de algumas práticas que são realizadas pelos alunos no curso das interações mediadas pelo outro e pela linguagem. Nas palavras de Vygotsky (2001, p. 409 e 410):

[...] Todo pensamento procura unificar alguma coisa, estabelecer uma relação entre coisas. Todo pensamento tem um movimento, um fluxo, um desdobramento, em suma, o pensamento cumpre alguma função, executa algum trabalho, resolve alguma tarefa. Esse fluxo de pensamento se realiza como movimento interno, através de uma série de planos, como uma transição do pensamento para a palavra e da palavra para o pensamento.

Da perspectiva teórica que orienta este estudo, pode-se inferir que a aprendizagem, entendida como processo de significação, encontra-se situada, uma vez que a atividade proposta envolve uma situação experimental sobre a qual os alunos são convidados a prever e explicar resultados. Essas são práticas disciplinares específicas de uma área de conhecimento e demandam movimentos tais como relacionar, selecionar, mobilizar conceitos e gerar novas questões de modo a emergir um novo significado evidenciando o engajamento disciplinar dos alunos tal como proposto por Engle e Conant (2002).

O que se espera é que, no exercício dessas práticas que viabilizam a significação, vá se constituindo uma certa *bio-lógica*, ou seja, que cadeias de associações sejam construídas de forma a integrar mundo – linguagem – pensamento em uma perspectiva biológica. E isto implica em mudanças epistêmicas. Talvez esta seja uma inter-relação necessária quando se pretende resgatar no ensino de Biologia a sua dimensão social e histórica. Não se pode esquecer que vivemos em um mundo cada vez mais cercado pela ciência e pela (bio)tecnologia. Um mundo que convida insistentemente este aluno-cidadão a se posicionar frente a questões que demandam certo conhecimento científico. Como decidir sobre o consumo de alimentos transgênicos? Como analisar as relações de parentesco que se reconfiguram a partir das possibilidades que a reprodução *in vitro* tem viabilizado? Por isso mesmo, é possível supor que os objetos de aprendizagem em Biologia não mais se resumem a conceitos fragmentados e descontextualizados. Para além dos conceitos, situam-se igualmente as ações/interações necessárias à apropriação e uso desses mesmos conceitos em atividades culturalmente situadas, que também

incluem a avaliação de riscos e a tomada de decisões e ações frente a questões sociocientíficas (JENKINS, 1999). Nas palavras de Jenkins (1999, p. 707) “a educação científica nas escolas necessita responder às mudanças nos contextos sociais e ajudar a preparar os jovens a contribuir como cidadãos para construir e reconstruir o mundo no qual eles vivem”.

Para finalizar, é preciso ressaltar que a construção do conhecimento biológico nas escolas se constitui em novas formas de olhar, pensar e se relacionar com o mundo, porém não a única. A intenção do ensino de Biologia não é formar jovens especialistas nesta área de conhecimento, mas sim encaminhar a apropriação de conceitos, instrumentos e práticas que permitam a esses alunos ler o mundo e de nele viver. Mas isso só será possível com uma ruptura com um ensino que fragmenta e descontextualiza para caminhar em direção a um ensino que reconheça a aprendizagem como sendo situada, decorrente de processos de in-tensas negociações, traduzidos como práticas específicas de lidar com significados e conceitos da Biologia. A articulação entre estrutura, funções e processos bem como entre um mundo observável e teórico ajuda a sinalizar algumas das especificidades que estão postas no processo de construção de significados em Biologia. Nesse sentido, é possível assumir a sala de aula de Biologia como um espaço-tempo de natureza predominantemente social onde os sujeitos, ainda que ocupando posições assimétricas, se engajam em uma dinâmica que favorece, em maior ou menor nível, a co-construção de objetivos, finalidades e significados.

## **REFERÊNCIAS:**

ARCÀ, M.; GUIDONI, P.; MAZZOLI, P. **Enseñar Ciencia - como empezar: reflexiones para una educación de base.** Barcelona/Buenos Aires:Paidós, 1990.

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências.** Campinas, SP: Papyrus, 1995.

BAKHTIN, M. (VOLICHINOV). **Marxismo e Filosofia da Linguagem.** São Paulo:Hucitec, 1992.

BROWN, John Seely; COLLINS, Allan; DUGUID, Paul. Situated Learning and the Cultural of Learning. **Educational Researchers.** v.18, n.1, p. 32-42, Jan-Feb, 1989.

COLINVAUX, Dominique. Aprendizagem e construção/constituição de conhecimento:Reflexões teórico-metodológicas. Revista Pro-posições. Campinas: Faculdade de Educação UNICAMP, v. 18, n.3, p. 29-44, set – dez. 2007.

ENGLE, Randi, A.; CONANT, Faith, R. Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction.** Lawrence Erlbaum Associates Inc. n. 20, p.399-483, 2002.

HORTA MACHADO, Andréa. **Aula de Química: discurso e conhecimento.** 1999. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, SP.

JENKINS, E.W. School, Science, Citizenship and Public Understanding of Science. **International Journal of Science Education.** N. 2, 703-710, 1999.

LAVE, Jean; WENGER, Etienne. **Situated Learning: legitimate peripheral participation**. Nova Iorque: Cambridge University, 1995.

LATOUR, Bruno. **Ciência em Ação**. São Paulo: UNESP, 2000.

LEANDER, K.M.; BROWN, D.E. "You Understand, But You Don't Believe It": Tracing the Stabilities and Instabilities of Interaction in a Physics Classroom Through a Multidimensional Framework. **Cognition and Instruction**. n.17, 1999, p.93-135.

MERIEU, PHILIPPE. **Aprender... Sim, Mas Como?** 7. ed. Porto Alegre-RS:Artemd, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury et al. Uma Metodologia para Caracterizar os Gêneros de Discurso como Tipos de Estratégias Enunciativas nas Aulas de Ciências. In: NARDI, Roberto. **Pesquisas em Educação em Ciências no Brasil: recortes atuais**. São Paulo: Escrituras, 2007 (no prelo).

\_\_\_\_\_ ; SCOTT, P. *Atividade Discursiva nas salas de Aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino*. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, 2002. Disponível: <[http://www.ufrgs.br/public/ensino/vol7\\_n3\\_a7.htm](http://www.ufrgs.br/public/ensino/vol7_n3_a7.htm)>.

SMOLKA, Ana Luiza. Sobre Significação e Sentido: uma contribuição à proposta da Rede de Significações. ROSSETI-FERREIRA, Maria Clotilde et al. (orgs) **Rede de Significações e o Estudo do Desenvolvimento Humano**. Porto Alegre:Artmed, 2004, p. 34-49.

\_\_\_\_\_ A Prática Discursiva na Sala de Aula: uma perspectiva teórica e um esboço de análise. **Caderno CEDES (Pensamento e Linguagem)**, 1991, n. 24, p. 51-65.

VYGOTSKY, LEV SEMYONOVITCH. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

\_\_\_\_\_. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.