

SITUANDO O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS BIOLÓGICOS: OU DE QUANDO OS ALUNOS RECONHECEM AS INTER-RELAÇÕES ESTRUTURAIIS E FUNCIONAIS DA CÉLULA

Lígia Cristina Ferreira Machado
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/ Departamento de Educação e Sociedade
ligia.machado@terra.com.br

RESUMO: Neste estudo articulamos as noções de aprendizagem situada (Lave; Wenger, 1995) e de engajamento disciplinar produtivo (Engle; Conant, 2002) à perspectiva de aprendizagem em Ciências como processo de significação que se realiza em torno de movimentos de natureza cognitiva denominados práticas epistêmicas. Caracteriza-se a aprendizagem como processo social e cognitivo. Esta perspectiva orienta a análise de uma sequência interativa extraída de um conjunto de aulas de Biologia de uma turma de 1º ano do Ensino Médio-técnico. A sequência evidencia os movimentos dos alunos de aproximação entre sistemas explicativos distintos para explicarem um fenômeno científico. O estudo aponta a importância do engajamento desses alunos em atividades de caráter investigativo para que a compreensão mais ampla e profunda em ciências tome lugar.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em Ciências; Aprendizagem em Ciências, Práticas epistêmicas.

INTRODUÇÃO: DEFININDO TEMA, QUESTÃO E OBJETIVO DO ESTUDO

Neste estudo, assumimos a aprendizagem em Ciências como processo de significação que se realiza nas interações que o sujeito estabelece com o outro e com o objeto a ser aprendido. Diante dessa perspectiva uma questão se apresenta: Como estes significados são construídos pelos alunos? Para respondê-la partimos do pressuposto de que na aprendizagem em Ciências o “conceito não é tudo”. Arcà, Guidoni e Mazzoli (1990, p. 24 e 25) dizem que a educação científica deve desenvolver “modos de pensar, modos de falar, modos de fazer, mas sobretudo a capacidade de juntar todas essas coisas”. Portanto, trata-se de construir significados na articulação entre pensamento, linguagem e experiência (ação) e isto implica e supõe movimentos. Dessa forma, é possível considerar que, no processo de significação, entram em jogo práticas epistêmicas, ou seja, movimentos de natureza cognitiva que permitem aos alunos re-significarem determinados objetos e processos na relação que mantêm com outros objetos e processos (Pozo, 2005) em uma perspectiva científica. Este estudo, articulando teoricamente as noções

de aprendizagem situada (Lave; Wenger, 1995) e engajamento disciplinar produtivo (Engle; Conant, 2002), tem como objetivo analisar uma sequência interativa extraída de aulas de Biologia para evidenciar os movimentos, ou práticas epistêmicas, mobilizados pelos alunos no processo de construção de significados de natureza biológica.

UM MOSAICO TEÓRICO

A noção de aprendizagem situada proposta por Lave e Wenger (1995) enfatiza a estreita relação entre aprendizagem e a situação social na qual ela ocorre. A aprendizagem é vista como uma prática social uma vez que é no engajamento dos sujeitos em comunidades caracterizadas por práticas culturais específicas que decorre a apropriação não apenas de um corpo de conhecimentos abstratos, mas também de habilidades que os conduzem a uma maior participação no interior dessas mesmas comunidades. A aprendizagem, portanto, é resultado da interação da atividade, do conceito e da cultura. Nesta perspectiva, o sujeito, a atividade e o mundo constituem-se mutuamente, o que pressupõe que qualquer forma de conhecimento se materializa no domínio da re-negociação de seu significado em circunstâncias presentes e específicas (Lave; Wenger, 1995).

Nesta mesma direção, o trabalho de Engle e Conant (2002) descreve 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”. O engajamento disciplinar dos alunos pode ser sinalizado na construção de argumentos mais elaborados e sofisticados ao longo do tempo, no levantamento de questões, no reconhecimento de conflitos, na relação entre ideias e conceitos, ou ainda, no planejamento de algo para atingir ou satisfazer objetivos que tenham sido estabelecidos (Engle; Conant, 2002).

Entendemos que nas noções de aprendizagem situada e de engajamento disciplinar produtivo, os alunos precisam vivenciar práticas culturais que se aproximam daquelas de natureza científica viabilizando o processo de construção de significados. Entretanto, para que este processo tome lugar, será necessário o desenvolvimento de práticas epistêmicas tais como, a mobilização de concepções, a construção de relações conceituais, a elaboração de hipóteses e explicações para fenômenos e situações, a observação adequada, o uso de analogias e metáforas e a problematização. A aprendizagem em ciências se configura, portanto, como um processo que articula dialeticamente as dimensões social e cognitiva.

PERCURSOS METODOLÓGICOS

Este estudo se insere em um referencial teórico-metodológico qualitativo. Trata-se de um estudo de caso realizado em um Centro Federal de Educação Tecnológica situado em Nova Iguaçu, RJ, Brasil em uma turma de 1º ano do Ensino Médio-Técnico do curso de Telecomunicações, composta por trinta e dois alunos, com faixa etária entre 15 a 17 anos.

Considerando que na aprendizagem situada pressupõe-se a imersão dos alunos em um contexto em que se vivencia o que pode ser chamado de uma “cultura científica escolarizada”¹, elaborou-se uma unidade de ensino acerca da reprodução dos seres vivos no nível molecular realizada ao longo de um bimestre letivo. A unidade articulava questões atuais - transgênicos, clones, células-tronco - a conceitos biológicos básicos através de diferentes atividades como leituras de textos, prática de laboratório, construção de ideogramas e simulação do processo de síntese de proteínas. Tais atividades viabilizaram

1. Utilizamos a expressão “cultura científica escolarizada” por reconhecermos a especificidade dos objetivos, objetos e significados da ciência nas escolas.

a abordagem de conceitos bem como de práticas epistêmicas tais como problematização, relações conceituais, relações entre as dimensões macro e microscópica e formulação de hipóteses.

A fim de evidenciar o processo de produção de significados envolvendo formas de pensar, falar e fazer em Biologia, os dados foram coletados a partir de videogravações de toda a 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 orientou a definição de episódios e sequências interativas a serem analisados para a caracterização dos movimentos ou práticas epistêmicas que entram em jogo no processo de significação construído pelos alunos. Especificamente neste trabalho, selecionou-se para análise uma sequência interativa que faz parte do primeiro episódio da unidade de ensino.

SITUANDO O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS BIOLÓGICOS

Na sequência interativa a professora tinha como objetivo estabelecer a inter-relação estrutural e funcional entre núcleo e célula.

1. *P: Agora, se eu fizesse uma experiência diferente. Retirasse e isolasse o NÚCLEO da célula. Sozinho. Ele vive?*
2. *Al: Não*
3. *P: Por quê?*
4. *Manuela: Vive.
(muitas vezes)*
5. *P: Um de cada vez (solicita organização)*
6. *Letícia: Mas ele [núcleo] precisa de um "corpo", né?*
7. *P: Ah precisa de um meio para ele viver.*
8. *Nathan: O que seria de uma árvore sem folhas.*
9. *P: Exatamente.*
10. *Letícia: Professora, ele [núcleo] seria o tronco.*
11. *Thais: Professora, o núcleo é então igual ao vírus sozinho. Tinha que entrar em uma célula.*
12. *P: Não necessariamente. Um vírus não é mesmo uma célula.*
13. *Al: Um vírus é um vírus.*
14. *P: Um vírus tem DNA ou RNA. O vírus depende da célula. É um parasita intracelular obrigatório. A célula não depende do vírus para sobreviver. Uma coisa para a gente entender um sistema vivo como o nosso é que as coisas têm relação.*
15. *Nathan: Existe uma troca.*
16. *P: Isso mesmo. Uma troca. Uma inter-relação entre estruturas e suas funções.*

A professora, no turno 1, simula uma situação experimental. Supõe um núcleo isolado da célula e pergunta aos alunos se ele seria capaz de sobreviver. Os alunos respondem que o núcleo isolado da célula não sobreviveria sugerindo uma visão integrada da dinâmica celular que será aprofundada no curso da interação. A professora, por sua vez, não avalia a resposta dos alunos, mas solicita que apresentem explicações para o fenômeno específico. Manuela, no turno 4, parece discordar dos colegas, mas sua resposta fica perdida em meio a tantas vozes e não é considerada pela professora. Letícia, no turno 6, começa a elaborar uma possível explicação para o fato do núcleo, apesar de conferir tanta au-

tonomia à célula, não ser capaz, ele próprio, de viver isolado. Para isto, a aluna estabelece uma primeira relação (*Mas ele [núcleo] precisa de um corpo, né?*). Em sua fala, Letícia parece considerar que o núcleo, enquanto uma estrutura celular específica, só adquire funcionalidade quando integrado a um sistema (corpo). A professora concorda com a aluna, mas procura, no turno 6, dar forma ao significado por ela proposto substituindo a expressão “corpo” pela expressão “meio”, talvez como uma estratégia para marcar a noção, que começa a surgir, de interdependência do funcionamento celular.

Esta visão do funcionamento celular, onde as estruturas estão inter-relacionadas, adquirindo funcionalidade quando integradas em um todo, é também sinalizada por Nathan, no turno 8, através do uso de uma analogia para ilustrar em uma dimensão macroscópica o que se processa em uma dimensão molecular: *“O que seria de uma árvore sem as folhas”*. Seu movimento é usar uma noção que lhe parece familiar para interpretar ou significar outra. Assim, sugere que a árvore enquanto um todo depende de suas diferentes partes (as folhas). Mas não podemos inferir se Nathan considera a árvore como sendo a célula e as folhas como sendo as diferentes estruturas celulares em funcionamento integrado. Talvez este aspecto seja mais bem especificado quando Letícia, apropriando-se da ilustração de Nathan, no turno 10, vai dizer que o núcleo corresponderia ao tronco da árvore. A partir do enunciado de Letícia, podemos supor que, para os alunos, o núcleo é parte de um sistema maior que se relaciona com a capacidade de sustentação.

Neste movimento realizado pelos alunos, vai se configurando a ideia de que a célula é uma unidade cujo funcionamento depende de atividades coordenadas entre suas diferentes estruturas e suas respectivas funções. Não basta saber apenas que existe um núcleo que comanda a atividade celular; é preciso reconhecer que a funcionalidade desse núcleo só se expressa quando integrada ao funcionamento de outras estruturas. Ao reconhecerem esta interdependência entre estruturas e funções celulares, os alunos parecem romper com uma perspectiva reducionista que orienta tanto o pensamento biológico quanto o próprio ensino de Biologia.

Engajando-se na discussão, Thais, no turno 11, introduz um elemento novo ao comparar essa interdependência entre núcleo e célula à reprodução dos vírus. A aluna relaciona o núcleo celular ao vírus que são parasitas intracelulares obrigatórios e só manifestam vida quando em seu interior. Isolados da célula hospedeira encontram-se inertes. Já o núcleo isolado e desprovido de seu meio celular acaba por degenerar. A professora considera inapropriada sua comparação já que esta relação de dependência não se faz em via de mão dupla, ou seja, o vírus depende da célula, mas a célula, necessariamente, não depende do vírus para sobreviver. De qualquer forma, vale ressaltar dois aspectos importantes: primeiro, a mobilização de um conhecimento previamente construído, relativo à reprodução dos vírus; segundo, o percurso realizado para significar, envolvendo a aproximação entre dois sistemas explicativos distintos para fazer emergir um novo significado, relativo à inter-relação estrutural e funcional que faz uso, portanto, de uma analogia.

Knorr-Cetina (1981) destaca que o uso de analogias viabiliza a circulação, transformação e seleção de ideias tornando familiar aquilo que até então se mostrava desconhecido. Ao mesmo tempo, retém um caráter conservador, justamente porque controla e restringe a produção de determinados significados ao orientar uma forma de pensar e olhar um fenômeno. As analogias se constituem em instrumentos do pensamento que, ao serem mobilizadas, ajudam na resolução de problemas específicos e a compreensão de ideias, enfim, na construção de novos significados.

Ao tentar explicitar a inter-relação entre núcleo e célula, Thais recorre aos vírus, uma entidade já conhecida, o que, de certa forma, pode reduzir suas incertezas e dúvidas em relação ao significado que está sendo construído. Seu movimento “não é apenas uma procura passiva de algo que está lá, mas é o processo de impor um significado, ou construir outros, ou escolher um entre alguns significados alternativos” (Sutton, 1996, p. 24). A aproximação estabelecida por Thais serviu para que ela pensasse e olhasse o fenômeno de uma forma específica.

CONCLUSÕES

No estudo, assumimos a aprendizagem como processo de significação que emerge do engajamento dos sujeitos em atividades social e culturalmente organizadas, mediadas pelo outro e pela linguagem. Consideramos que este processo se organiza em torno de práticas epistêmicas, relativas aos movimentos de reelaboração ou redescrição das ideias e concepções já existentes a partir de novas relações conceituais.

A sequência analisada evidencia que os alunos estabelecem relações, por exemplo, com a árvore e as folhas e, ainda, com a reprodução dos vírus para significarem a interdependência entre núcleo e célula. Tais relações revelam uma busca em aproximar sistemas explicativos distintos para significar um fenômeno que se situa em uma dimensão molecular.

Reconhecendo a especificidade do conhecimento científico é possível supor que as práticas epistêmicas nesta área ganham visibilidade através de ações como relacionar, selecionar, mobilizar conceitos, formular questões e problemas, elaborar hipóteses, lidar com evidências empíricas. Neste caso, sustentamos que tais movimentos de natureza cognitiva, ou práticas epistêmicas são decisivos ao processo de significação em ciências constituindo-se tanto quanto os conceitos em objetos de aprendizagem.

Nessa perspectiva, é preciso ter em conta que o ensino de ciências deve contemplar atividades de caráter investigativo para que se desenvolva modos de pensar, de falar e de fazer garantindo uma compreensão ampla e profunda e consequentemente uma educação científica cidadã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARCÀ, M.; GUIDONI, P.; MAZZOLI, P. (1990). *Enseñar Ciencia - como empezar: reflexiones para una educación de base*. Barcelona/Buenos Aires:Paidós.
- ENGLE, Randi, A.; CONANT, Faith, R. (2002) Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*. Lawrence Erlbaum Associates Inc. 20(4), p.399-483.
- KNORR-CETINA, KARIN. (1981) *The Manufacture of Knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science*. Great Britain: A.Wheaton & Co. Ltd, Exeter.
- SUTTON, J. (1996). *Words, Science and Learning*. Philadelphia:Open University Press.
- MORTIMER, Eduardo Fleury et al. (2007). 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 (no prelo).
- POZO, Juan Ignacio. (2005). *Aquisição de Conhecimento*. Porto Alegre: Artmed.