



INTERAÇÕES DISCURSIVAS NAS AULAS DE BIOLOGIA: A ELABORAÇÃO DO CONCEITO DE FOTOTROPISMO

DISCURSIVE INTERACTIONS IN BIOLIGY CLASSES: THE ELABORATION OF THE PHOTOTROPISM CONCEPT

Alessandra Maziero Lalin Soato¹

Álvaro Lorencini Júnior²

¹Universidade Estadual de Londrina/ Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática,
alelalin@uol.com.br

²Orientador: Universidade Estadual de Londrina/ Departamento de Biologia Geral, alvarojr@uel.br

Resumo

Com base na abordagem sócio-interacionista de Vygotsky e no conceito de Aprendizagem Significativa de Ausubel, este trabalho teve como objetivo avaliar como a atuação do professor, durante as interações discursivas em sala de aula, pode contribuir para a elaboração social do conhecimento científico. Utilizou-se da análise das interações discursivas de aulas transcritas, cujo conteúdo era o fototropismo e cuja experimentação foi realizada com feijões, para demonstrar os fenômenos fisiológicos. Dentre os resultados encontrados, destaca-se o interesse dos alunos em trabalhar diretamente com os vegetais; a presença inicial das concepções alternativas embasando as respostas dos alunos que atribuíam o movimento a uma questão intencional do vegetal; a elaboração do conceito científico de fototropismo de forma compartilhada entre os alunos e a prática do professor que buscou diminuir a utilização do discurso de autoridade para promover a elaboração do conhecimento, pelos alunos, de forma mais significativa para a aprendizagem.

Palavras-chave: Concepções alternativas, mediação social, discurso de autoridade e fototropismo.

Abstract

Based on the social-interactionist approach of Vygotsky and on the Significant Learning concept of Ausubel, this search had the goal to evaluate how the teacher's performance, during the discursive interactions in the class room, can contribute to the social elaboration of the scientific knowledge. The analyses of the discursive interactions of the transcript classes were utilized, of which content was the phototropism and of which experimentation was done with beans, to demonstrate the physiological phenomenons. Among the results found, stands out the interest of the students in working directly with the vegetables; the

initial presence of the alternative conceptions creating the foundation for the students answers that attribute the movement to an intentional matter of the vegetables; the elaboration of the scientific concept of the phototropism in a shared manner among the students and the practice of the teacher that sought to decrease the utilization of the authority lecture to promote the elaboration of the knowledge, by the students, in a more significative way for learning.

Keywords: Alternative conceptions, social mediation, authority lecture and phototropism.

INTRODUÇÃO

À medida que continuamos a estudar o desenvolvimento como se este ocorresse nos indivíduos em um vácuo cultural e histórico, continuaremos a passar por cima de questões fundamentais que indagam como a vida mental se desenvolve em locais socioculturais específicos. (WERTSCH, J. V. 1996, p. 118)

O interesse das pesquisas em ensino de Ciências sobre o processo de construção de significados em sala de aula tem aumentado consideravelmente. Atualmente, um dos enfoques mais estudados tem sido a utilização da linguagem como mediadora do processo de significação pelos alunos. Dessa forma, há um esforço cada vez maior em investigar como os significados são atribuídos no contexto social da sala de aula, ou seja, compreender como são negociados num ambiente, no qual várias e intensas interações ocorrem ao mesmo tempo.

Destaca-se no desenvolvimento dessas pesquisas, a influência da abordagem sócio-interacionista de Vygotsky que, segundo Cole (1996), apresenta como principais postulados: a mediação cultural, o contexto histórico e a atividade prática. Nessa abordagem, o desenvolvimento humano ocorre em relação às trocas de significados entre parceiros sociais, por meio de processos de interação e mediação.

A linguagem, nesse contexto, passa a exercer o papel de mediadora para que um determinado conhecimento seja socializado (relação interpessoal) e posteriormente aprendido (relação intrapessoal) em sala de aula. Assim, podemos admitir que a linguagem seja o meio pelo qual interagimos com o ambiente social. Para Bakhtin, a linguagem possui a dimensão de quem a utiliza:

“Na linguagem, metade da palavra pertence a alguém mais. Ela se torna ‘de alguém mesmo’ apenas quando o falante a populariza com sua própria intenção, seu sotaque próprio, quando ele apropria-se da palavra, adaptando-a a sua própria intenção semântica e expressiva.” (BAKHTIN, apud WERTSCH, 1996, p.112)

Dessa forma, fundamenta-se a preocupação de Vygotsky sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos, pois podemos perceber quando um aluno está apenas repetindo os conceitos memorizados, sem que tenha ocorrido a construção de um significado sobre esses conceitos. Panofsky et al (1996) destaca a importância de se distinguir os conceitos espontâneos da atividade cotidiana, dos conceitos científicos e da instrução escolar. A maior parte da atividade de elaboração do conceito científico, na sala de aula, passa pela

interação do aluno com o professor, e seria nessa interação que o professor possibilita que este conceito torne acessível ao aluno. Porém, destacam-se também as interações que podem ocorrer entre os alunos e outros elementos presentes na aula como materiais didáticos e experimentos realizados.

Nesse enfoque, entende-se o ensino como uma prática social, na qual o conhecimento é socializado e a aprendizagem é construída a partir de uma mediação. Assim, a escola passa a ser o local, no qual os aspectos culturais tornam-se acessíveis aos alunos, sempre pela mediação do outro, o que deixa de ser necessariamente o professor e passa a ser qualquer mediador presente naquele ambiente.

Sob essa ótica sócio-interacionista, os conhecimentos prévios dos alunos assumem o papel de base para o processo de ensino realizado pelo professor. Ao considerar os conhecimentos prévios dos alunos, o professor pode promover um conflito cognitivo nos alunos e/ou criar uma zona de desenvolvimento proximal (ZDP) que, uma vez superada, evidencia o desenvolvimento desses alunos para um determinado conhecimento.

Consideramos a ZDP como sendo o hiato entre o nível efetivo de desenvolvimento e o nível proximal, ou seja, a “distância” entre o que o aluno já sabe (conhecimentos prévios) e o que ele potencialmente pode vir a saber, pela sua capacidade cognitiva (LORENCINI JR, 2000).

O construtivismo e a perspectiva sócio-interacionista de Vygotsky aproximam o professor da elaboração do conhecimento pelo aluno, transformando esse processo em uma atividade compartilhada, dependente das relações que ocorrerem durante a construção do conhecimento. Novamente destacamos a linguagem como mediadora para essa aproximação. Segundo Coll e Onrubia (1998), a linguagem permite aos indivíduos compararem, negociarem e alterarem suas representações da realidade. Dessa forma, podemos considerar que o discurso verbal seja o modo de comunicação mais utilizado em sala de aula, com a finalidade de promover um ambiente de interação que promova a aprendizagem significativa. O modo como esse discurso é conduzido interfere no processo de aprendizagem e as formas de abordagens comunicativas que o professor utiliza, podem ser analisadas com o propósito de avaliar se possuem ou não potencial para promover a aprendizagem do aluno.

Dependendo da estratégia utilizada pelo professor, pode ocorrer a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos implicando no desenvolvimento da interface entre o conceito espontâneo e o conceito científico, de forma que o aluno comece a atribuir significado ao novo conceito, construindo efetivamente o seu conhecimento, numa constante negociação entre esses significados.

Como ressalta Mortimer e Scott (2002), a importância do discurso do professor na sala de aula é incontestável, mas a forma como as interações discursivas ocorrem ainda é pouco explorada. O professor pode assumir a postura de desenvolver um padrão de discurso que abrange momentos de interação e não-interação com o diálogo ou o discurso de autoridade, dependendo das intervenções que forem surgindo na sala de aula e dos objetivos traçados para aquele conteúdo. Os autores citados consideram discurso de autoridade aquele no qual o “professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído” (MORTIMER, E.; SCOTT, P., 2002, p. 287). Dessa forma, argumentos ou definições que não possam ser consideradas como discurso científico, deixariam de participar da interação, cabendo ao professor conduzir as interações para chegar a um ponto de vista específico, ou, de forma

não-interativa, apresentar o conceito científico específico que deve ser considerado naquele momento.

Consideramos neste estudo, as intervenções dos alunos como elementos que contribuem para o processo de negociação de significados da elaboração do conceito científico, no sentido de evitar a incidência do discurso de autoridade por parte do professor. Utilizamos para isso, a análise das interações discursivas para avaliar o compartilhamento de significados entre alunos e aluno-professor na construção do conceito de fototropismo.

Portanto, neste estudo analisamos as interações discursivas que foram construídas para a elaboração do conceito de fototropismo com alunos do 3º ano do Ensino Médio, no sentido de avaliar a dinâmica da seqüência didática proposta e as intervenções do professor que auxiliaram os alunos na elaboração dos conceitos, no que tange à criação de ZDP e a aprendizagem significativa sobre o hormônio auxina e seus efeitos no fototropismo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO

Selecionamos para este trabalho o tópico de Fisiologia Vegetal intitulado Movimentos Vegetais, no qual os alunos estudam a ação de hormônios vegetais, como a auxina, que promove a curvatura dos vegetais a partir do estímulo luminoso.

A professora da turma já possuía experiência anterior sobre o desenvolvimento deste conteúdo, e se propôs a reconstruir sua prática integrando elementos sócio-interacionistas para avaliar o desenvolvimento da aula com os seus alunos. Dessa forma, construímos uma atividade prática com o plantio e avaliação do crescimento dos feijões em vasos, na qual os alunos puderam acompanhar os fenômenos fisiológicos, durante três semanas. As aulas foram gravadas em aparelhos de áudio e vídeo, para posterior transcrição. As transcrições foram analisadas sob enfoque sócio-interacionista com os propósitos de identificar a ativação dos conhecimentos prévios dos alunos, intervenções que criam ZDP e situações de conflito cognitivo. Em se tratando da estrutura da construção do discurso, a análise refere à identificação e avaliação das intervenções que contribuem para o processo de negociação que caracteriza um desenvolvimento do discurso, no sentido de um co-compartilhamento de significados para a construção coletiva entre professor e alunos da elaboração do conhecimento.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Essa pesquisa está em andamento e, portanto, os resultados apresentados aqui são parciais. No entanto, já foi possível detectar que a utilização dos feijões na aula permitiu maior interação dos alunos com o objeto a ser estudado, facilitando a produção de hipóteses sobre o movimento dos vegetais, o que serviu como base para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, como pode ser verificada no trecho transcrito abaixo:

- (1) Prof^a: [...] *Nós vamos estudar a capacidade deles de reagir a alguma situação, se isso vai ou não acontece Então nós vamos pegar esses feijões, esse que está germinando e esse, vão para uma caixa fechada.*
- (2) Lo: *Tadinhos, eles vão morrer.*
- (3) Prof^a: *Por que você acha que eles vão morrer?*
- (4) Lo: *Porque não tem luz.*

- (5) Prof^a: *E aí?*
- (6) Lo: *Não vai ter fotossíntese.*
- (7) Prof^a: *Será que vai acontecer mais alguma coisa com eles?*
- (8) Lo: *Vai mudar de cor.*
- (9) Prof^a: *Então vamos colocá-los nessa caixa fechada, e na semana que vem quando eu voltar vocês vão ver os resultados. Esse dois vasos aqui, um deles pelo menos, vão para uma caixa, mas essa caixa tem uma abertura lateral.*
- (10) Lo: *Aí vai viver.*

Neste trecho, podemos constatar que o aluno reconhece a fotossíntese como necessária para sobrevivência do vegetal e que a luz é um fator essencial para o processo ocorrer. O aluno não reconhece que o período que permanecerá no escuro não será suficiente para matar a planta, mas já destaca que os vegetais que receberem um pouco de luz poderá ter melhores condições de sobrevivência do que os vegetais que ficarem no escuro. É possível identificar, portanto, que esse aluno consegue compreender a presença de luz como condição indispensável para a manutenção da vida da planta.

Um dos principais motivos para a escolha desse tema foi a verificação, em práticas anteriores, de que os alunos possuem uma concepção alternativa resistente sobre o movimento dos vegetais. Essas concepções alternativas normalmente referem-se a uma suposta “consciência” dos vegetais, dessa forma a planta realizaria o movimento intencionalmente, como se os vegetais soubessem que precisam se movimentar para encontrar a luz. Essa concepção alternativa não deve ser desconsiderada pelo professor, porque se torna o elemento-chave para que suas ações e intervenções permitam ao aluno elaborar um significado que se aproxime do conhecimento científico, o que, conseqüentemente nesse caso, permitiria ao aluno uma análise sobre a ação do hormônio no vegetal.

Podemos considerar que uma vez prevalecendo a concepção alternativa do aluno (a planta “sabe”, a planta “procura”), a nova informação (ação hormonal) encontraria resistência para se estabelecer, uma vez que assumiria um caráter arbitrário na rede conceitual. Essa situação se assemelha ao que Ausubel (apud Moreira, 1999) considera como aprendizagem mecânica. Do contrário temos a situação em que o professor utiliza a concepção alternativa como subsunçor para a elaboração do conceito científico. Assim, quando a nova informação se torna mais estável, é possível perceber que há uma razão, ou uma explicação, para o vegetal realizar o movimento.

- (1) Prof^a: *Por que ele aplica mais energia para o crescimento longitudinal?*
- (2) Vo: *Porque ele quer encontrar a luz.*
- (3) Prof^a: *Ele quer encontrar a luz? Vocês concordam com isso?*
- (4) Jê: *Eu concordo, ele vai fazer de tudo para encontrar a luz.*
- (5) Prof^a: *A frase que o Vo falou foi: ele quer encontrar a luz. A planta quer?*
- (6) Jô: *Não, ela precisa.*
- (7) Prof^a: *A planta sabe que ela precisa?*
- (8) Jê: *Claro que sabe.*
- (9) Jô: *Lógico, até eu sei.*
- (10) Jê: *Mas ele sabe que é assim, não é que ele saaaabe.*
- (11) Vo: *É um negócio de foto, células foto.*
- (12) Prof^a: *E vocês do lado de cá, a planta sabe ou a planta precisa ou a planta quer?*
- (13) Ca: *Instinto.*

(14) Prof^a: *Planta tem instinto? Ela está pensando, preciso da luz e vou para a direita? Ou para a esquerda? Tem instinto de sobrevivência?*

(15) Vo: *Acho que é assim, tem um hormônio lá, se tiver acionado a célula da fotossíntese, ele vai direcionar o crescimento para a folha, se não vai para o caule e ela vai esticar.*

No trecho acima, a primeira concepção constatada é a de que a planta “quer encontrar” a luz ou a planta “sabe que precisa” encontrar a luz. Os alunos reconhecem que a planta necessita realizar a fotossíntese para sobreviver e para eles, é plausível que ela procure a luz, pois para um animal racional tomar decisões é natural. Porém, nos vegetais não há uma estrutura mental que lhes permita a tomada de decisões e dessa forma o movimento não pode ser realizado em consequência de uma escolha do vegetal. Quando os alunos se dão conta de que isso é impossível, eles tentam corrigir sua frase, mas não sabem o que deve substituir essa reflexão (turno 10). Outro aluno (turno 13) fala sobre instinto, o que faz a professora perguntar se os conceitos de instinto ou de pensamento podem ser aplicados a um vegetal. Então, no turno 15, um dos alunos levanta uma hipótese para responder o problema. Em decorrência de uma aula anterior ter sido discutido que o vegetal apresenta como mecanismo de controle fisiológico a ação de hormônios e não a existência do sistema nervoso, a hipótese lançada no turno 15 refere-se a um hormônio. O aluno não sabe definir qual é esse hormônio, mas apresenta uma hipótese sobre sua ação, que mesmo não estando cientificamente adequada, é uma hipótese elaborada em detrimento aos conceitos alternativos ativados anteriormente. Por esse trecho podemos considerar que se estabeleceu um conflito cognitivo, pois os alunos perceberam que o vegetal não pode “saber” ou “procurar”, mas deve haver uma explicação para o movimento acontecer, tem que estar relacionado ao modo de controle do vegetal, ou seja, a um hormônio.

É de se esperar que o professor trabalhando esse conteúdo sob a perspectiva da transmissão de conteúdos, ao ouvir os termos “sabe” e “procura”, provavelmente já explicaria o que ocorre fisiologicamente com o vegetal, sem promover esse conflito, o que poderia provocar no aluno a interpretação de mais um conteúdo a ser assimilado, sem relações conceituais com esses conhecimentos prévios. Portanto, não teríamos a garantia da aprendizagem significativa.

Ao omitir essa informação temporariamente e trabalhar um pouco mais com esses termos, o professor promove no aluno a curiosidade de saber o que realmente está ocorrendo, já que para a planta é impossível “saber” ou “procurar” algo. Evita-se o discurso de autoridade e se mantém a discussão que levará a elaboração de uma explicação fisiológica para o movimento do vegetal. A hipótese do aluno *Vo* baseia-se no fato do hormônio acionar uma célula para que o vegetal se posicione em direção à luz. Esse posicionamento é considerado pelo aluno como o substituto dos conceitos “saber” ou “procurar”.

Na seqüência, transcreveremos dois trechos que se complementam para chegarmos à definição do fototropismo, que foi o objetivo da aula. No entanto, houve uma discussão inicial sobre o aspecto da planta que estava na caixa com a abertura lateral (inclusive o tamanho da folha, pois a folha que estava diante da abertura era maior que as outras), e quais seriam as hipóteses que explicariam a curvatura do vegetal. As hipóteses levantadas pelos alunos foram escritas no quadro (procurar a luz, peso, luminosidade lateral, tendência a curvar e hormônio) e essas hipóteses foram discutidas para que chegássemos a um

consenso sobre o que realmente causou a curvatura. Para abreviarmos, transcreveremos o trecho final dessa discussão.

(16) Prof^a: *Esse é um ponto principal dessa aula, essa aula é sobre os movimentos vegetais. Vocês perceberam que esses vegetais não estão parados? Eles tiveram um tipo de movimento de uma semana para outra e foi até rápido. Vocês costumam falar que a planta procura o sol. E aí eu pergunto para vocês, a planta realmente procura?*

(17) Jô: *Não.*

(18) Prof^a: *O que eu faço com essa palavra então?*

(19) Lo: *Ela não procura, mas...*

(20) Prof^a: *Mas?*

(21) Jê: *Mas ela necessita da luz.*

(22) Lo: *Se tinha um furinho, obviamente a luz entrou por um lado e foi do lado que a folha era maior.*

(23) Prof^a: *Será que é isso? Que a luz veio desse lado ou a folha está maior porque tinha luz desse lado?*

(24) Lo: *Mas ela não encontrou a luz, a luz ia passar ali de qualquer jeito.*

(25) An: *A folha ficou maior porque bateu luz nela e a outra ficou menor porque não tinha tanta luz, ela não foi à procura.*

(26) Prof^a: *Isso, esse procurar a luz que está complicado. Os vegetais não são capazes de procurar alguma coisa, eles não vão achar a luz, isso é fisiológico. A planta consegue controlar de onde está vindo a luz?*

(27) Vários alunos: *Não.*

(a professora volta ao quadro e aponta as hipóteses escritas).

(28) Prof^a: *A luminosidade lateral influencia, mas a planta não controla. O peso é consequência, ela pesa mais do outro lado porque cresceu mais aqui, primeiro cresceu, depois pesou. Tendência a dobrar? Pode até acontecer um defeito genético e ela ter um desvio, mas nossos feijões, as sementes pareciam normais. Então qual é a única coisa que a planta tem dela, que faz parte da fisiologia dela?*

(29) Jô: *A concentração do hormônio.*

(30) Prof^a: *Isso é dela, hormônios. Vamos explicar tudo isso que aconteceu com os hormônios. Para isso, eu vou dar o nome, para que a gente possa chamar isso de alguma coisa. Existem vários tipos de hormônios, e o que a gente vai trabalhar nesse momento chama-se auxina. Esse é o primeiro que vamos trabalhar.*

As hipóteses que tinham sido levantadas pelos alunos para explicar a curvatura do vegetal foram trabalhadas com o intuito de verificar a viabilidade de cada uma. Durante toda a discussão da aula os alunos já demonstravam que os termos “procurar”, “saber” e “encontrar” não eram adequados, pois sugeriam que a planta tivesse autonomia para tomar decisões. Porém, faltava para os alunos algo que substituísse essa lacuna. Ao levantar essas hipóteses e debater sobre cada possibilidade, os alunos percebiam porque cada hipótese anterior não respondia a pergunta (podemos verificar que o trecho transcrito apresenta a etapa da discussão sobre a luminosidade lateral, mas as demais hipóteses já tinham sido discutidas anteriormente). Nos turnos 24 e 25, os alunos relatam o efeito da luz sobre o vegetal, e percebem que não foi o vegetal que curvou para “encontrar” a luz que passava pela abertura, mas a luz passaria ali de qualquer maneira, portanto, a luz passando ali poderia ter algum efeito sobre o vegetal. Estando todas as hipóteses sugeridas pelos alunos

no quadro, e concluindo-se que as demais não eram adequadas, o aluno no turno 29 responde sobre a concentração do hormônio. Entretanto, essa informação não foi transmitida aos alunos, não foi imposta aos alunos, ela foi compartilhada, pois foram aceitas todas as sugestões elaboradas pelos alunos. Com as discussões eles perceberam que somente uma poderia responder adequadamente ao efeito da curvatura do vegetal.

A diferença entre a concepção alternativa dos alunos de que a planta poderia “procurar”, “encontrar” ou “saber” e a explicação científica de a “concentração de hormônio” é responsável pelo movimento, criou-se uma ZDP que deveria ser alcançada pelos alunos nesse primeiro momento. Consideramos que essa elaboração foi realizada de forma compartilhada, pelas interações discursivas que o professor conseguiu construir com os alunos.

Os alunos não seriam capazes de denominar o hormônio, por isso a professora mencionou o termo, mas isso não interfere no que foi construído até o momento, pois antes do termo apropriado, os alunos já compreenderam a necessidade do hormônio para que pudesse ocorrer a curvatura do vegetal. Na seqüência, o que foi trabalhado com os alunos era o mecanismo pelo qual o hormônio provocou a curvatura. Essa seria uma segunda zona de desenvolvimento proximal para essa aula, pois, com o auxílio da professora, os alunos deveriam conseguir chegar a uma explicação sobre como o hormônio atua na planta.

Para chegar a uma resposta coerente, os alunos precisaram de muitas “ajudas” da professora, pois foi necessário mencionar em que local da planta a auxina era produzida e que no caule o efeito é estimular o crescimento.

(31) Prof^a: *Eu tenho um estímulo que é a luz. Como consequência curvou para o lado da luz. E eu estou relacionando isso a um hormônio, a auxina, que tem um efeito. Qual seria o efeito da auxina?*

(vários alunos tentam falar)

(32) Prof^a: *Então a planta não sabe, não procura, não sente, ela tem a ação do hormônio. A Ca falou que deve ter alguma coisa que estimula, que absorve, o Vo falou deve ter alguma célula que absorve, como isso acontece?*

(Silêncio)

(33) Prof^a: *O vegetal que está livre no ambiente fica reto. A auxina normalmente é produzida no ápice e espalhada por igual, por toda a planta, não pelos vasos do xilema e floema, mas célula à célula.*

(34)Vo: *Difusão.*

(35) Prof^a: *Isso, difusão, o hormônio está normalmente espalhado pela planta toda, mas o que acontece para o hormônio ter o efeito de dobrar a planta?*

(Silêncio)

(36) Prof^a: *Eu vou ajudar dizendo que no caule a concentração da auxina estimula o crescimento. Então, um dos efeitos é estimular o crescimento. Agora a gente tem um vegetal que apesar da estimulação do crescimento, ele sofreu uma dobra para o lado que estava a luz.*

Ao não obter qualquer tentativa de hipóteses para as questões formuladas, a professora optou por fornecer informações que complementarizariam a elaboração dos alunos, mas mesmo assim, não houve uma resposta pronta para a pergunta principal: “Como o hormônio provocava a curvatura do caule?”, pois isso anularia o processo de exploração dos alunos. Depois de alguns instantes, uma nova informação é fornecida, o que permite a

um dos alunos levantar uma hipótese que é correta, e nesse momento a professora decide compartilhar essa elaboração, contudo sem confirmar se estava correta ou não.

(37) Prof^a: *Vou dar mais uma dica, então. Pensando na espessura de todo o caule, vou desenhar aqui, se eu disser que a luz provoca um movimento da auxina, se a luz está desse lado a auxina se movimenta nesse sentido* (a professora faz setas opostas à posição da fonte luminosa), *e agora?*

(38) Vo: *Ela é foto estimulável?*

(39) Prof^a: *Pode ser. Ela tem um efeito em relação à presença da luz. Quando a luz bate de um só lado, ela provoca o efeito na auxina de se movimentar no sentido contrário. E o efeito disso?*

(40) Vo: *Se tiver mais auxina desse lado, ela vai crescendo e vai entortando.*

(41) Prof^a: *Vem cá, mostra pra gente o que você está falando. Vamos ver se vocês concordam ou não com essa idéia.*

(42) Vo (ele desenha no quadro): *O hormônio vem pra cá e faz ela crescer mais e o outro lado não cresce, aí ela dobra.*

(Enquanto isso outros alunos acompanham tentando explicar junto com o aluno Vô)

(43) Jê: *É isso.*

(44) Prof^a: *Ca o que o Vo falou?*

(45) Lu: *É isso.*

(46) Prof^a: *Tem lógica o que ele falou?*

(47) Lu: *Tem.*

Com as informações complementares que foram dadas, um dos alunos (o aluno Vo, turnos 40 e 42) se destacou para responder de forma mais completa a pergunta feita, mas os demais alunos acompanharam a explicação e concordaram num processo compartilhado a construção daquela explicação. Algumas informações sobre a fisiologia da auxina não eram acessíveis aos alunos em um primeiro momento, mas com base nessas informações, a elaboração final ocorreu, de modo que eles relacionaram as informações de modo significativo e conseguiram responder corretamente.

Após essa explicação, a professora retoma a fala para determinar o nome do fenômeno, no caso, o fototropismo, que é feita observando o que significa foto e tropismo para que os alunos relacionem o nome com o movimento do vegetal por influência da luz. Mas antes mesmo do termo científico ser definido, os alunos já conseguiram elaborar o conhecimento sobre como ocorreu esse fenômeno, o que é fundamental para que ocorra a aprendizagem significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O interesse por este estudo está na constatação de que o fenômeno de curvatura do vegetal, por influência da luz, é um fenômeno comum de fácil constatação pelos alunos, porém, normalmente os alunos não discutem as causas para esse fenômeno, porque tentam explicá-lo considerando que a luz seja um fator essencial para a vida do vegetal e, portanto, seria “natural” que o vegetal se curvasse em direção a ela, o que permitiria a ele maior chance de sobrevivência. Essa concepção alternativa responde prontamente a questão: “Por que ocorreu a curvatura do vegetal?”, mas ela não contempla a complexidade do fenômeno

fisiológico que está ocorrendo no vegetal, e que é um conhecimento científico que deve ser trabalhado no estudo dos hormônios vegetais e do fenômeno do fototropismo.

A presença dos vegetais em sala, permitindo sua manipulação e visualização do fenômeno, é um ponto positivo da ação do professor, pois dessa forma, foi possível aos alunos acompanharem o que estava ocorrendo dia a dia com o vegetal. A transcrição total das aulas traz episódios dos alunos testando os vegetais, trocando-os de posição (os que estavam no escuro sendo colocados na presença da luz, os que recebiam luz sendo colocados no escuro) para avaliar como os vegetais reagiriam após a mudança. Essa situação prática promoveu maior interesse dos alunos pelo assunto, e até suas preocupações sobre a chance de sobrevivência ou não dos vegetais durante a experimentação. Nesse sentido, o feijão é um vegetal que pode ser facilmente trabalhado para essas aulas, pois seu crescimento é rápido e sua resposta fisiológica demora menos de uma semana para ocorrer.

Outro ponto de destaque no estudo foi o trabalho do professor para evitar a utilização do discurso de autoridade. Ao elaborar o seu plano de aula, o professor estava ciente de quais eram os objetivos que deveriam ser alcançados, pois os alunos deveriam identificar o hormônio e reconhecer a ação do hormônio no vegetal, denominando o fenômeno de fototropismo. Evitando que essas informações fossem transmitidas, com a utilização do discurso de autoridade, o professor construiu uma situação de ensino para que a aprendizagem ocorresse de forma significativa e não mecânica. Dessa forma, o professor e os alunos compartilham o momento de elaboração do conhecimento científico, diminuindo a resistência dos alunos ao novo conceito, pois as intervenções permitiram aos alunos tirarem suas conclusões sobre as limitações das concepções alternativas (“a planta sabe, pensa, procura...”) para responder ao problema em questão.

Consideramos que quando o professor atribui o nome do hormônio, a informação de que o hormônio é o responsável pelo movimento já foi elaborada pelos alunos. O próximo passo foi o de elaborar mais um conhecimento, que se referia à ação do hormônio, para em seguida encerrar o episódio mencionando o termo correto correspondente ao fenômeno: fototropismo.

Um dos pontos mais críticos da aula refere-se aos turnos 33, 36 e 37, pois o professor se encontrava em uma situação de não obter respostas dos alunos e, portanto, ele deveria dar “auxílios” que permitiriam aos alunos avançarem na elaboração do conceito. No entanto, o auxílio do professor ocorreu apenas na forma explicativa e conceitual. Podemos considerar que o adequado seria o professor ter elaborado algum experimento, ou situação problema, ou outra ferramenta para que os alunos obtivessem a informação, sem que ela fosse fornecida pelo professor. Porém, entendemos que o momento era de quase definição da situação problema, e só poderíamos avaliar se a interrupção dessa elaboração, para a realização de um experimento complementar, seria importante se tivéssemos outra situação didática semelhante em que fosse utilizada outra ferramenta, e assim compararmos os resultados.

Com relação aos alunos, constatamos que eles tiveram liberdade de se expressarem e o fato dos experimentos com os vegetais estarem na sala, podendo ser manipulados, foi o que mais motivou os alunos a se manterem atentos para compreender o porquê daquela curvatura. Mas a seqüência que destacamos é o trecho final (turnos 38 a 47) no qual os alunos conseguem elaborar uma explicação com base nas informações que receberam até aquele momento. O fato de o aluno *Vo* construir a fala da explicação não diminui as contribuições dos demais alunos, pois, enquanto esse aluno se dirigiu ao quadro e iniciou a explicação, os demais alunos o acompanhavam com gestos, mostrando com as mãos os

sentidos da luz, da migração da auxina e do movimento do caule. Mesmo a demonstração dessa situação na transcrição ser limitada, com base nas imagens e na ação dos alunos durante a aula, podemos considerar que os demais alunos concordaram com a fala do aluno *Vo*, pois eles não estavam apenas aceitando uma informação, eles estavam efetivamente elaborando aquela explicação junto com o aluno que estava no quadro.

Se o professor não tivesse insistido na elaboração pelos alunos, provavelmente se valeria do discurso de autoridade para explicar o fenômeno fisiológico. Ou seja, após conduzir por um tempo uma discussão sobre o conteúdo, o professor tomaria para si o papel de relator das afirmações que deveriam ter sido concluídas sobre aquele assunto, independentemente dessas conclusões terem surgido durante as discussões ou não. Na prática, os alunos teriam participado de todo o processo, mas teriam sido excluídos da construção final. No entanto, com os auxílios que o professor deu aos alunos, a elaboração do conceito sobre como o hormônio provocou o movimento, partiu das reflexões dos alunos, e não da fala exclusiva do professor. Foi uma elaboração coletiva e essa abordagem comunicativa compartilhada garante a aprendizagem dos alunos e legitima a prática do professor

Assim, consideramos que essa seqüência didática apresentou elementos para a elaboração do conhecimento sobre a auxina e o fototropismo, pois o professor apresentou-se como um coordenador do fluxo de informações, interferindo no discurso de forma a motivar os alunos a buscarem melhores explicações para os fenômenos e fornecendo tempo de espera para as respostas dos alunos. Interpretou as falas dos alunos como indicadores das necessidades cognitivas deles, ou seja, onde faltavam subsídios para a melhor elaboração, promoveu a ZDP e auxiliou os alunos a superarem-na, promovendo o conflito cognitivo entre a concepção alternativa e o conceito científico.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A.; RÍO, P.D. Educação e Desenvolvimento: A Teoria de Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Próximo. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (Orgs.). **Desenvolvimento Psicológico e Educação**. v.2. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 6. p. 79 – 104.

COLE, M. Desenvolvimento cognitivo e escolarização formal: a evidência da pesquisa transcultural. In: MOLL, L. C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 3. p. 85 – 105.

COLL, C.; ONRUBIA, J. A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta e dispositivos semióticos no controle e no acompanhamento mútuo entre professor e aluno. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (Org.). **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. Cap. 4. p. 75 – 106.

FONTANA, R. A. C. **Mediação Pedagógica na Sala de Aula**. 3.ed. Campinas: Autores Associados, 2000. 176 p. ISBN 85-85701-14-5.

LORENCINI JR, Álvaro. **O Professor e a Construção do Discurso em Sala de Aula**. Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 2000.

MADRUGA, J. A. G. Aprendizagem pela Descoberta Frente à Aprendizagem pela Recepção: A Teoria da Aprendizagem Verbal Significativa. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (Orgs.). **Desenvolvimento Psicológico e Educação**. v.2. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 5. p. 68 – 78.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Revista Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.3, dez. 2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf Acesso em 25 mar. 2009.

PANOFISKY, C.P. et al. O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In: MOLL, L. C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 10. p. 245 – 260.

SALVADOR, C. C. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 159 p.

VIGOTSKII, L.S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R., LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7.ed. São Paulo: Ícone, 2001. Cap.6. p. 103-117. ISBN 85-274-0046-4.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1984.

WERTSCH, J. V. A voz da racionalidade em uma abordagem sociocultural da mente. In: MOLL, L. C. **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Cap. 4. p. 107 – 121.