

A FOTOSSÍNTESE NO ENSINO FUNDAMENTAL: COMPREENDENDO AS INTERPRETAÇÕES DOS ALUNOS

*Suzani Cassiani de Souza*¹

*Maria José Pereira Monteiro de Almeida*²

Resumo: São apresentados alguns gestos de interpretação de estudantes de oitavas séries do ensino fundamental, os quais foram submetidos a uma unidade de ensino sobre a fotossíntese. Os principais referenciais foram algumas noções da análise de discurso na abordagem francesa e a epistemologia bachelardiana. Os gestos de interpretação foram considerados importantes no processo de mediação escolar da ciência, como consequência do reconhecimento de que a multiplicidade de sentidos é própria da linguagem, e a identificação desses gestos é um caminho para possibilitarmos ao estudante um maior acesso ao discurso científico. Nossa intenção neste artigo foi trazer à tona diferentes interpretações dos estudantes e procurar evidências de como elas atuam na construção de sentidos sobre o tema ensinado, localizando pontos de deriva.

Unitermos: Ensino de Ciências; Interpretação, Concepções Primeiras; Fotossíntese.

Abstract: *This research is about interpretative gestures from students, in the teaching of photosynthesis with eight graders in Junior High School. Our reference is the French discourse analysis, and Bachelard's Epistemology. The interpretation gestures are considered important in the process of scholar mediation of school science, as a consequence of recognizing that the multiplicity of meanings is proper of the language nature, and the identification of these gestures is a way to offer the students an access to scientific discourse. Our goal in this paper is to show different interpretations, and understand how they act in the construction of meanings about photosynthesis.*

Keywords: *Science Teaching, Interpretation, Primary Conceptions, Photosynthesis.*

Estudos sobre o ensino da fotossíntese

Pesquisas sobre o ensino da Fotossíntese têm sido relatadas na literatura (Simpson & Arnold, 1982; Wandersee, 1985; Haslam, 1987; Eisen & Stavy, 1988; Simpson & Marek, 1988; Lumpe & Staver, 1995), e têm apontado dificuldades nesse ensino, pois os estudos revelam inúmeras concepções dos estudantes, diferentes das aceitas pela comunidade científica. Essas concepções diferenciadas do conhecimento atualmente considerado adequado são apresentadas por crianças e adultos, incluindo vários professores. Concepções como as mostradas na Tabela I dificultam a compreensão da importância da fotossíntese como um processo de síntese de alimentos.

Numa revisão desses estudos, Lumpe & Staver (1995) mostraram que vários autores constataram que os estudantes não entendem como e por que a água, o ar e a luz do sol são utilizados na produção de alimento.

Em outros estudos, Wandersee compilou uma lista com 22 concepções alternativas sobre fotossíntese, justificando assim a importância e a dificuldade do trabalho com esse tema (1986).

¹ Professora Assistente Doutora do Departamento de Metodologia de Ensino – Centro de Ciências da Educação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil e Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Apoio: CNPq (e-mail:scsouza@hotmail.com).

² Professora Assistente Doutora, Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE), Departamento de Metodologia de Ensino, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. Apoio: CNPq e FAPESP (Escola Pública) (e-mail: mjpma@unicamp.br).

Intervenções que procuram eliminar essas dificuldades também têm sido relatadas na literatura. Benlloch (1984), depois de levantar algumas concepções alternativas que podem se manifestar quando o aluno entra em contato com os vários fenômenos, entre eles a fotossíntese, propõe recursos estratégicos, numa abordagem construtivista, visando superar essas concepções.

Em outros trabalhos, a história da ciência e a epistemologia são utilizadas com o intuito de provocar a mudança conceitual, na perspectiva da existência de uma estreita relação entre a forma de pensar dos alunos e a forma como foi pensada a ciência nos séculos passados. Por exemplo, Santos (1991) coloca que a história e a epistemologia da ciência podem fundamentar e informar estratégias de ensino e vias de pesquisa na educação em ciências. Essa autora também defende a idéia de que a mudança conceitual tanto deve ser feita progressivamente, em continuidade até que o aluno se aproxime de outros conceitos intermediários, quanto por rupturas, em discontinuidades que separam o conhecimento do senso comum do conhecimento científico, porém não havendo uma simples substituição de um conhecimento pelo outro.

Wandersee (1985) também relata algumas das concepções alternativas dos estudantes sobre fotossíntese, obtidas em situações nas quais lhes revelou concepções de pesquisadores de séculos anteriores. Para ele, os conteúdos da história da ciência podem ser um “dispositivo heurístico poderoso” para encorajar estudantes a descobrirem suas próprias concepções, podendo os educadores em ciências investigar e explorar a aplicação da história nessa perspectiva. Dessa forma, segundo o autor, a história e a epistemologia podem ser não apenas uma forma de diagnosticar as concepções alternativas, mas também uma forma estratégica para promover a mudança conceitual.

Num esforço de buscarmos um detalhamento das concepções primeiras de estudantes com os quais iríamos trabalhar o tema, utilizamos categorias da análise de discurso na versão da escola francesa, conforme autores como Michel Pecheux e Eni Orlandi, além de aportes da epistemologia bachelardiana. Brevemente, gostaríamos de acrescentar, nesta introdução, que a fotossíntese é hoje entendida como um processo que resulta na produção global de glicose e oxigênio, elementos essenciais na respiração, um tipo de combustão onde há transformação da energia química em outros tipos de energia essenciais à maioria dos seres vivos. A fotossíntese em geral acontece nos vegetais verdes, através da energia luminosa captada pela clorofila (pigmento presente nos cloroplastos dentro das células das folhas verdes) onde há uma transformação de doze moléculas de água, mais seis moléculas de gás carbônico, em uma molécula de glicose, seis de oxigênio e seis de água.

Gestos de interpretação e obstáculos epistemológicos

No estudo realizado, partimos do pressuposto que professor como mediador do trabalho pedagógico interfere na imagem que o aluno faz do objeto de estudo. Esta interferência pode ou não ser intencional.

O objeto a ser conhecido pelos estudantes, numa abordagem discursiva, segundo Orlandi (1998) pode ocorrer:

- “a) em nível teórico, explicitando os pontos de deriva, isto é, trazendo à tona os gestos de interpretação, e
- b) em nível analítico, dando-lhes condições para que eles trabalhem os lugares em que os sentidos podem ser outros (através de uma escuta discursivamente en-formada). Isto permite um trabalho que mude o lugar em que o sentido faz sentido.” p. 18

Daí decorre a relevância de um esforço de análise no sentido de descrever a relação do sujeito com sua memória, pois não se trata de interpretar o texto (oral ou não), nem de

simplesmente descrevê-lo, mas sim compreender como ele produz sentidos, através de seus mecanismos de funcionamento. Cabe então distinguir quais são os gestos de interpretação que estão constituindo os sentidos.

Estes se colocam como um dos primeiros passos para posterior acesso à teoria pelos estudantes, no sentido do entendimento do fenômeno, ou seja, no sentido de trabalharem em lugares em que haja outros sentidos, o que possibilitará deslocamentos de sentidos, possivelmente para aqueles trazidos pela ciência.

Nesse sentido, tendo em vista um conjunto de atividades a serem trabalhadas com o tema fotossíntese, o objetivo primeiro foi a possibilidade de entrarmos em contato com algumas idéias dos estudantes sobre a fotossíntese e estabelecermos os pontos de deriva em relação ao conhecimento aceitos hoje como adequados. Como o trabalho seria realizado com oitavas séries do ensino fundamental, supusemos que em suas histórias de vida de estudantes já poderiam ter entrado em contato com o ensino do fenômeno.

Dessa forma, lhes solicitamos que respondessem algumas questões:

- 1) Na sua opinião, como as plantas e animais aproveitam a luz do sol?
- 2) Você já ouviu falar em fotossíntese? O quê?
- 3) Você já leu algo sobre fotossíntese? O quê?
- 4) Tente montar uma frase que inclua todas as palavras mencionadas abaixo: cor verde das plantas, fenômenos da natureza, sociedade, luz. (Souza, 2000, p. 107)

Essas questões foram recortadas e fornecidas aos estudantes, uma a uma, separadamente, pois temíamos que algumas delas pudessem induzir fortemente as respostas a outras perguntas, principalmente a primeira que enfocava a luz sem fazer qualquer menção direta à fotossíntese.

Queríamos sondar qual o conhecimento que esses estudantes traziam de suas histórias de vida, escolar ou não e de leituras anteriores, e quais as expectativas que possuíam sobre o conhecimento a ser adquirido sobre o tema que seria estudado. Numa tentativa de síntese, tabulamos os dados, evidenciando algumas concepções alternativas sobre fotossíntese e levantamos o que provavelmente não havia sido trabalhado nos anos anteriores de escolarização. A seguir mostraremos a análise dessa tabulação.

Sobre obstáculos epistemológicos

As respostas às questões foram analisadas segundo os obstáculos epistemológicos: *o conhecimento geral, a experiência primeira, o obstáculo verbal e o conhecimento pragmático* (Bachelard, 1996).

Não se tratava apenas de constatar concepções alternativas dos estudantes, mas principalmente de visualizar um caminho para dar continuidade aos seus saberes, e inclusive provocar rupturas nesses saberes. Tratava-se das interpretações que eles vinham fazendo durante suas vidas, relacionadas ao funcionamento do seu pensamento, conforme suas memórias discursivas.

1-Conhecimento geral

Esse obstáculo está relacionado à fragmentação, à descontinuidade, à incompletude, quando falamos da condição real do sujeito. Porém, quando se pensa na condição virtual podemos perceber que sua vocação é totalizante, ou seja, é como se ele tivesse sempre a sensação de tudo saber. Esse obstáculo está associado a situações em que os sujeitos não têm dúvidas, nem questões, nenhum desafio, nada a aprender. Há apenas o conhecimento vago, com a sensação de que se sabe tudo.

Pudemos reconhecer esse obstáculo nas respostas às questões. A maioria dos estudantes tinha uma explicação para o fenômeno e quase sempre esta era bastante limitada e recheada de concepções alternativas. Notamos algumas respostas bastante vagas e que ao mesmo tempo davam a impressão de que explicavam tudo:

“Sim, fotossíntese é o processo das plantas”.

“Sim. Que a fotossíntese é algo ligado a animais e plantas”.

“Sim, é o fenômeno da natureza”.

“Sim, é um fenômeno que ocorre na natureza nos desenvolvimentos das plantas”.

“Fotossíntese é o fenômeno responsável pela reprodução da planta”.

Foram bastante raras as respostas que traziam, por exemplo, as transformações da fotossíntese, citando corretamente os reagentes e os produtos adquiridos. Normalmente elas foram apresentadas de maneira bastante confusa, com produtos no lugar de reagentes:

“Sim, é um fenômeno ocorrido através da união da água, oxigênio, luz solar e sais minerais”.

Houve inclusive em várias respostas uma limitação dos reagentes, ou seja, não foram levadas em conta as variáveis do processo da fotossíntese. Por exemplo, na frase que segue, a luz é transformada em alimento e energia, esquecendo-se o gás carbônico e a água. Conforme a resposta do aluno, podemos representar a equação da seguinte forma:

“Sim, a fotossíntese é o processo em que árvores e plantas transformam luz solar em alimento e energia”.

Luz \longrightarrow alimento + energia

Na resposta abaixo o gás carbônico é o único reagente levado em conta:

“É o processo pelo qual as plantas transformam o CO₂ em alimento e energia”.

CO₂ \longrightarrow energia + alimento

2-O obstáculo verbal da palavra fotossíntese

Com certeza o próprio nome “Fotossíntese” (do latim = síntese da luz) já é por si só um obstáculo, pois ela traz uma carga de sentidos para cada indivíduo. Pudemos encontrar nas respostas dos estudantes alguns deslizes de sentidos, principalmente com a palavra fotossíntese, que é amplamente utilizada como sinônimo de reprodução, energia, respiração, pigmentação da planta, transformação e metamorfose, alimento.

2.1 Reprodução = fotossíntese.

Tendência em perceber como processos semelhantes e não conseqüentes, ou seja, a reprodução da planta depende da fotossíntese:

“É um processo onde a planta se reproduz através da luz do sol”.

2.2 Energia = fotossíntese.

Há nessas duas palavras um grande espaço para as generalizações. Elas são consideradas “importantes” na linguagem da ciência e “energia” é amplamente utilizada. Em nosso estudo, alguns estudantes utilizaram essa noção como um dos produtos da fotossíntese, separando-a do produto “alimento” (glicose) com a palavra “e” (alimento e energia). Nesse caso a glicose foi considerada responsável pela energia dada ao vegetal ao se ligar ao oxigênio, durante a respiração celular:

“Eu ouvi falar que a fotossíntese é o processo em que árvores e plantas transformam luz solar em alimento e energia”.

2.3 Respiração = fotossíntese.

Essa tendência em apresentar a respiração das plantas como sinônimo de fotossíntese é um dos obstáculos que mais encontramos. Se nos dois processos há uma troca gasosa, pode-se concluir que sejam a mesma coisa:

“Já li, mas o livro de Ciências não está aqui e eu não sei o nome. Pigmentação da planta, respiração etc.”

“Sim. Que a fotossíntese é o fenômeno que acontece com a planta para que ela se reproduza, dê frutos, flores e suas folhas verdes, e que possa fazer a sua respiração, que é absorver gás carbônico e soltar o oxigênio”.

“Sim, é um processo de respiração das plantas”.

“Sim, são as plantas que fazem fotossíntese para respirar”.

“Sim, é o processo pelo qual as plantas respiram o gás carbônico e soltam o oxigênio”.

“Na minha opinião, é quando a planta troca o gás carbônico pelo oxigênio; é um processo de recomposição”.

2.3.1 Neste subitem, que também está relacionado com a concepção da fotossíntese como respiração, há uma ênfase encontrada somente na transformação do gás carbônico em oxigênio, desconsiderando os outros reagentes e produtos do processo da fotossíntese:

“Sim, que a fotossíntese realiza a transformação do gás carbônico para o oxigênio”.

2.3.2 Nesse outro tipo de resposta percebemos a ênfase do fenômeno na transformação do gás carbônico em oxigênio durante o dia e à noite, o inverso, ou seja, estudantes consideram que a respiração das plantas é alternada em diferentes horários do dia. Se há luz a planta libera oxigênio, se não há luz a planta libera gás carbônico, desconhecendo que a respiração dos vegetais acontece nas 24 horas do dia:

“Sim, é uma forma das plantas produzirem e trabalharem seu alimento e durante o dia fazem oxigênio e à noite CO_2 . Eu vi na escola”.

2.3.3 Em continuidade com o pensamento acima sobre a liberação de gás carbônico durante a noite, esse aluno vai mais longe em afirmar que não podemos dormir com plantas no quarto, pois estas liberam o gás carbônico:

“Acho que sim, o fato de que à noite as plantas liberam gás carbônico confesso que não sei se isso tem a ver com a fotossíntese, mas isto é o que eu li, inclusive que por isso não se pode dormir ao lado de plantas à noite em lugar fechado, enfim...”

2.4 Metamorfose = fotossíntese.

Neste caso a palavra transformação colou na metamorfose. Se transformação é sinônimo de fotossíntese, por que não metamorfose como acontece com as borboletas?

“Sim, na 3ª série, na CAPP depois na 5ª série.

Aprendi que a fotossíntese acontece a todo tempo na natureza, todos passam por um processo de fotossíntese, a flor, a borboleta etc.”.

2.5 Efeito de frases feitas

Nessas frases, onde funcionou a repetição mnemônica, os alunos colocaram uma frase “consagrada” para explicar a fotossíntese, exceto pela palavra “animais”:

“Alguns dizem que é para os animais fazerem seu próprio alimento e que também é um processo que a planta faz”.

“Sim, é a forma de alguns animais produzir em seu próprio alimento”.

Além da palavra fotossíntese, muitas outras apresentam dificuldades para serem entendidas dentro do discurso da ciência, por exemplo, as palavras luz e energia. Cabe ressaltar que essas dificuldades são inerentes à língua, pois fazem parte de sua incompletude e são inevitáveis. Porém, qualquer um responsável por um projeto pedagógico na escola, ou relacionado a ela, deve prestar atenção a eles para que, percebendo seu funcionamento, possamos deslocar alguns sentidos em direção ao que queremos dizer em ciência. Para nós esse obstáculo de Bachelard é contraditório, e inevitável, pela própria incompletude da língua, pois ao mesmo tempo que precisa ser ultrapassado, já que estamos ensinando ciências e queremos que nossos alunos aprendam sobre os fenômenos, sempre haverá gestos de interpretação. Por outro lado, ele precisa ser ultrapassado pelos estudantes para que eles possam compreender os sentidos produzidos e admitidos como adequados pela ciência.

3-O conhecimento pragmático

Como afirma Bachelard (1996), nesse obstáculo a utilidade de determinadas coisas fornece uma indução utilitária, na medida em que se conclui ser esta utilidade uma função designada e não algo que ocorreu ao acaso nos processos evolutivos.

3.1 Pigmentação da planta = fotossíntese

Nesse exemplo a fotossíntese aparece como sinônimo de pigmentação da planta. Da mesma forma como podemos encontrar em outras situações, conforme Tabela I, estudantes que colocam como função da clorofila a de dar a cor verde às plantas:

“Sim, fotossíntese é a pigmentação verde das folhas, plantas etc...”.

TABELA I: Estudos sobre concepções alternativas de estudantes relacionados à fotossíntese

Concepções alternativas	Faixas etárias dos indivíduos pesquisados	Nível de escolaridade	Autores
Tendem a pensar que os “alimentos” das plantas são o solo, a água, os fertilizantes que entram pelas raízes.	Crianças e Adolescentes – Adultos	Ensino Fundamental Ensino Superior	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos(1991); Amorim & Braúna (1995);

A FOTOSSÍNTESE NO ENSINO FUNDAMENTAL

Tendem a ignorar o papel dos gases, da luz e das folhas, enfatizando somente a água.	Crianças e Adolescentes Adultos	Ensino Fundamental Ensino Superior	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos 1991); Amorim & Brauna (1995);
Tendem a pensar que um gás (CO ₂) e um líquido (H ₂ O) combinando-se não podem originar um sólido (C ₆ H ₁₂ O ₆).	Crianças e Adolescentes	Ensino Fundamental	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991);
Tendem a associar energia a movimento. Dessa forma, são pouco sensíveis ao papel da energia na fotossíntese.	Crianças e Adolescentes	Ensino Fundamental	Santos (1991);
Tendem a não discriminar fotossíntese de respiração considerando que a primeira ocorre nos vegetais (como um tipo de respiração) e a outra ocorre nos animais.	Crianças e adolescentes Adultos e adolescentes	Ensino Fundamental Ensino Supletivo	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991); Souza (1995);
Tendem a pensar que existe uma alternância entre a respiração e fotossíntese, ou seja, que a fotossíntese ocorre durante o dia e a respiração no vegetal ocorre somente à noite.	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995);
Tendem a considerar a fotossíntese como uma função de purificar o ar para o homem.	Crianças e adolescentes Adultos	Ensino Fundamental Ensino Supletivo	Santos (1991); Souza (1995);
Tendem a considerar que a clorofila é uma espécie de “fortificante” ou que as folhas “transformam luz solar em vitaminas úteis”.	Crianças e adolescentes	Ensino Fundamental	Giordan (1978) <i>apud</i> Santos ; CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991);
Tendem a atribuir uma atitude voluntária à clorofila, considerando que ela “atrai a luz solar”.	Adultos e adolescentes	Ensino Fundamental	Giordan (1978) <i>apud</i> Santos (1991);
Tendem a considerar que a clorofila purifica o ar aspirando suas impurezas.	Crianças e adolescentes	Ensino Fundamental	Giordan (1978) <i>apud</i> Santos (1991);
Tendem a considerar que a função da clorofila é dar cor verde às plantas.	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995);
Tendem a pensar que as plantas num vidro transparente completamente fechado ficarão “sufocadas”, não conseguindo relacionar os ciclos envolvidos.	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995);
Tendem a considerar que a função do sol é exclusivamente calorífica.	Adultos	Ensino Superior	Amorim & Brauna (1995);
Tendem a pensar que o papel das folhas é similar à digestão dos animais.	Adultos	Ensino Superior	Amorim & Brauna (1995).

Tendem a pensar que vegetais verdes utilizam a onda eletromagnética verde na fotossíntese.	Adolescentes	Ensino Fundamental	Souza (2000)
Tendem a pensar que o oxigênio produzido no processo da fotossíntese vem do gás carbônico e não da água.	Adolescentes	Ensino Fundamental	Souza (2000)

3.2 Somente as plantas verdes realizam a fotossíntese

“Já, eu ouvi falar que para as plantas realizarem a fotossíntese elas precisam de luz solar. A fotossíntese é uma alimentação de uma árvore, ou seja, qualquer árvore que é verde, ela produz alimento para ela mesma”.

3.3 Fotossíntese e seres humanos

Nesse caso a função do fenômeno é para os seres humanos:

“Sim, várias vezes, e sei que é o processo no qual as plantas absorvem gás carbônico e liberam oxigênio, tendo uma enorme importância aos seres humanos”.

“Sim as plantas liberam o oxigênio e soltam o oxigênio e ela respira e solta o oxigênio para a gente”.

3.4 Fotossíntese = ajuda na cadeia alimentar

Novamente o verbo ajudar nos dá um palpite de qual sentido esse aluno está dando para a cadeia alimentar. Como os vegetais são os que iniciam a cadeia alimentar, parece haver implícito um propósito para a fotossíntese acontecer:

“A fotossíntese eu já estudei nas séries anteriores. Parece que as plantas absorvem força dos feixes solares para ajudar também no processo de cadeia alimentar”.

TABELA II - Sobre os obstáculos da fotossíntese encontrados nas respostas dos alunos

Experiência primeira	Conhecimento vago	Obstáculo Verbal	Pragmático
Explicações (geralmente na escola) superficiais	O sujeito não sabe que não sabe	Deslizes de sentidos	Função causal
Exemplos encontrados <ul style="list-style-type: none"> • ora faz alimento • ora faz oxigênio • é a respiração dos vegetais • realiza trocas gasosas • não há história do conceito • importância para os humanos • ocorre o inverso à noite 	Exemplos encontrados <ul style="list-style-type: none"> • gás carbônico se transforma em oxigênio • fabrica alimentos • trocas gasosas • transformação 	Exemplos encontrados <ul style="list-style-type: none"> • Respiração = fotossíntese • Metamorfose = fotossíntese • Energia = fotossíntese • Reprodução = fotossíntese 	Exemplos encontrados <ul style="list-style-type: none"> • função de purificar o ar para os seres humanos • ajuda na cadeia alimentar • a cor verde como responsável pela fotossíntese

Sujeitos captam o imediato	Gera imobilidade no pensamento	Resultou em falsa explicação; a respiração e fotossíntese são vistas como sinônimos	Indução utilitária
----------------------------	--------------------------------	---	--------------------

Na Tabela II fazemos uma síntese sob a ótica dos obstáculos epistemológicos. Gostaríamos de enfatizar que apesar dessa aparente classificação do pensamento quando pensamos os obstáculos epistemológicos de Bachelard, consideramos a impossibilidade de fecharmos seus sentidos neles próprios, ou seja, de não levarmos em conta o seu próprio movimento. Eles têm relações uns com os outros. Algumas vezes essas relações são conseqüentes, ou seja, uma primeira deu origem à outra. Outras elas se inter-relacionam influenciando o outro obstáculo. Em outras relações ainda é possível encontrarmos esses obstáculos sobrepostos. Eles não podem ser entendidos como simples formas classificatórias de pensamento.

O que acabamos de dizer se deve às dificuldades de encontrar determinados locais para os pensamentos dos alunos. Não existem locais fixos para esses pensamentos. Assim o obstáculo conhecimento geral pode ser resultante da experiência primeira. Da mesma forma, quando se tem esse tipo de conhecimento sobre fotossíntese bastante vago e superficial, porém com a impressão de que se sabe tudo, a palavra fotossíntese torna-se um obstáculo verbal, à medida que desliza para outros sentidos em virtude da própria mobilidade de pensamento e da não necessidade de novos saberes. Da mesma forma, o obstáculo pragmático vai a reboque funcionando indutivamente no pensamento dos sujeitos, que acabam não percebendo a casualidade dos fenômenos, e evocam a causalidade como algo elaborado por um plano metafísico, distanciando-se assim da teoria da evolução.

Mais que um agrupamento de palavras na frase com imposição de palavras

O pedido aos estudantes para montarem uma frase que incluísse algumas palavras (cor verde das plantas, fenômenos da natureza, sociedade e luz) foi mais uma tentativa de obtermos uma pequena narrativa cuja análise nos possibilitasse a compreensão do pensamento dos estudantes a respeito da fotossíntese.

Nesse esforço de compreensão, na busca da relação língua e história dos sujeitos, através de suas interpretações, era preciso levar em conta o jogo entre o estabilizado e o sujeito a equívoco. Como diz Orlandi o “pedagogicamente higienizado” convive com o movimento indeciso das interpretações” (1998), onde há lugar para a falha, para o equívoco, para o efeito metafórico.

Era preciso também escutar o que não estava dito, pois interessava-nos notar o silêncio, que por ser constitutivo da língua, devido à sua eterna incompletude, produz gestos de interpretação que por sua vez diferenciam os sentidos e provocam deslocamentos. Como afirma Orlandi: “Como só uma parte do dizível é acessível ao sujeito, com essa escuta, o analista pode ouvir, naquilo que o sujeito diz, aquilo que ele não diz, mas que constitui igualmente os sentidos de “suas palavras.” (Orlandi, 1998)

Na análise do que os estudantes escreveram, notamos que utilizaram palavras provenientes de outros contextos, por exemplo, sociedade. Nessa situação foi possível percebermos sintomas de como a língua se inscreve na história, mobilizando um saber, que vem por uma filiação de sentidos (Orlandi, 1998).

Partimos da premissa que essa abordagem permitiria escutarmos a constituição dos sentidos pela maneira como o estudante iria construir a frase, ao fazer uma associação livre de

palavras que não estavam diretamente relacionadas. Pudemos ter idéia de limites da discursividade da ciência na sala de aula, ou seja, notar o distanciamento do discurso científico, apropriado como objeto de estudo na disciplina ciências, de outros discursos presentes na memória discursiva dos estudantes.

O sentido: sociedade humana

Poderíamos dizer que a palavra *sociedade* está no limite entre o discurso da ciência e do senso comum.

É interessante notarmos que, para alguns estudantes, ela ocupa o sentido de sociedade humana e para outros ela foi usada para explicar a interação da luz com outros elementos da natureza para fazer fotossíntese. Ainda encontramos em outros casos, a palavra sociedade com o sentido de composição da luz branca pelas diferentes cores.

De um total de 23 alunos de uma mesma classe, 14 deles utilizaram essa mesma palavra para falar da sociedade humana, ou seja, utilizaram a “**mesma palavra com o mesmo sentido**”. É a isto que Orlandi se refere quando cita a paráfrase. Observemos alguns exemplos:

“Com a cor verde das plantas os fenômenos da natureza trazem a luz na sociedade”.

“A sociedade não vive sem luz, que é responsável por vários fenômenos da natureza, por exemplo, a cor verde das plantas”.

“Numa sociedade como a nossa não pode viver sem luz, pois sem a luz o fenômeno da natureza não daria a cor verde das plantas”.

“Um dos maiores fenômenos da natureza que a sociedade admira é o que dá a cor verde das plantas, é um fenômeno bonito porque tem a luz no meio”.

“A sociedade destrói os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas”.

“Na sociedade a luz nomeada como um fenômeno da natureza, que temos, por exemplo, a influência na cor verde das plantas”.

“Tenho certeza que um dia como os fenômenos da natureza vão despertar uma luz na sociedade fazendo que tal como o dinheiro ela valorize a cor verde das plantas”.

“Fenômenos da natureza cor verde das plantas luz da sociedade”.

É possível observarmos que o sentido de sociedade se identifica com sociedade humana. Há nessas frases sempre referências ao coletivo, ou utilizando pronomes e verbos na primeira pessoa do plural (nós, nossa, temos), ou mesmo, algo ligado à atividade humana (dinheiro, destruição da natureza, admiração).

O sentido: sociedade como associação

Em outras respostas de estudantes encontramos a palavra sociedade, com um sentido de associação da luz com outros fenômenos da natureza. Por exemplo:

“A cor verde das plantas é existente graças à fotossíntese, esse fenômeno da natureza é uma sociedade entre luz, sol e minerais da terra”.

“A luz do sol é responsável pela clorofila que dá a cor verde das plantas essa sociedade é alguns dos fenômenos da natureza”.

“A cor verde das plantas vem do nome da clorofila e os fenômenos da natureza como a cachoeira, as montanhas são recebidos a luz do sol fazendo assim uma sociedade.”

Esses exemplos têm um sentido de sociedade mais interacional, algumas vezes relacionados possivelmente a memórias e conceitos mais ligados à Ecologia, relacionados à dinâmica populacional e à taxonomia, conceitos como sociedades, populações, família, espécie, entre outros, que possuem sentidos próprios desse conhecimento mais específico, diferentes da linguagem utilizada no dia a dia ou diferentes dos atribuídos em outras áreas do conhecimento como a Sociologia, por exemplo.

Outras palavras

Outro exemplo de deslizamentos percebidos nas respostas dos estudantes foi com relação à palavra “luz”. Nas suas respostas percebemos que há o uso da palavra “luz” num sentido abstrato, diferente das nossas expectativas, pois pretendíamos que os alunos relacionassem a luz como um fenômeno da natureza. Como aconteceu com a palavra “sociedade” e em outros momentos, constitutivos da língua, notamos uma fuga de sentidos da palavra “luz”. Ela apareceu como um sinônimo de idéia ou de revelação:³

“Tenho certeza que um dia como os fenômenos da natureza vão despertar uma luz na sociedade fazendo que tal como o dinheiro ela valorize a cor verde das plantas”.

Em outras respostas, a palavra “luz” se refere a algo bonito:

“Com a cor verde das plantas os fenômenos da natureza trazem a luz na sociedade”.

“Fenômenos da natureza cor verde das plantas luz da sociedade”.

Reparemos que diferentemente da frase onde a aluna coloca “uma luz **na** sociedade”, as frases acima utilizam a palavra “luz”, que soa como algo belo, ou seja, os fenômenos da natureza e a cor verde das plantas são a beleza **da** sociedade.

Outros dois exemplos são explícitos em afirmar a beleza da luz, que dá a cor verde das plantas, sem entrar nos conhecimentos científicos mais específicos, embora façam uma pequena abordagem sobre reflexão em relação à cor verde e à luz:

“Um dos maiores fenômenos da natureza que a sociedade admira é o que dá a cor verde das plantas, é um fenômeno bonito porque tem a luz no meio”.

“A sociedade destrói os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas”.

Na outra escola isso também ocorreu:

“Na sociedade a cor verde das plantas transmite uns fenômenos da natureza que é lindo como a luz”.

Isso tudo nos mostra também a questão da incompletude. Como não houve interdição à interpretação, ou seja, os alunos ficaram livres para propor suas idéias, houve a presença de um discurso mais poético, algumas vezes bastante distanciado do discurso científico, que nesse momento era o objeto de estudo dessa disciplina. Isso não nos parece negativo, pois sem essa possibilidade talvez esses alunos permanecessem alheios ao que ocorria em classe.

Outros discursos

³ Trabalho como os de Almeida (1996) e Almeida e Mozena (2000) também evidenciam inúmeros sentidos para a noção de luz manifestados por estudantes de ensino fundamental e médio.

TABELA III – Estabilidades e deslocamentos de sentidos de alguns estudantes de duas salas de oitava série

FRASES DOS ALUNOS	PARÁFRASE POLISSEMIA	DESTAQUES
A cor verde das plantas é existente graças à fotossíntese, esse fenômeno da natureza é uma <u>sociedade</u> entre luz, sol e minerais da terra.	a ↓	- Sociedade como associação entre elementos da natureza: a
Fotossíntese é um fenômeno da natureza, <u>a sociedade da luz</u> que emite a cor verde das plantas. A cor verde das plantas mais a luz é uma sociedade e um dos fenômenos da natureza.	a' b c d ↓	- Sociedade como sinônimo de associação ou composição das diferentes ondas eletromagnéticas, que emitem as cores: a'
A sociedade da natureza precisa da luz, CO ₂ cor verde das plantas é um fenômeno da natureza. Os fenômenos da natureza são a sociedade das plantas.	a'' b c d ↓	- Sociedade como associação da natureza ou das plantas: a''
A <u>sociedade</u> não vive sem luz que é responsável por vários fenômenos da natureza, por exemplo, a cor verde das plantas. Um dos fenômenos da natureza é a fotossíntese, ou seja, a cor verde das plantas, para que isto ocorra é necessário que haja <u>luz solar</u> e este fenômeno pode ser observado <u>pela sociedade</u> .	e b c d ↓	- Mudança de sentido na palavra sociedade (associação para humana): de a'' para e - luz como fenômeno da natureza: b
Um dos maiores fenômenos da natureza que a sociedade admira é <u>o que dá</u> a cor verde das plantas, é um <u>fenômeno bonito</u> porque tem a luz no meio. A sociedade destrói (destrói) os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas.	e f c d ↓	- Sentido de sociedade estabilizado: e - Cor verde e luz deslocam-se um pouco do discurso científico, porém ainda há relação entre a reflexão da luz e a cor verde das plantas: b para f
Tenho certeza que um dia como os fenômenos da natureza vai despertar <u>uma luz na sociedade</u> fazendo que tal como o dinheiro ela valorize a cor verde das plantas.	e f g d ↓	-Sentido de sociedade estabilizado: e -Mudança de sentido na palavra luz (como idéia): de c para g

Fenômenos da natureza cor verde das plantas <u>luz da sociedade.</u>	e f g' d ↓	-Sentido de sociedade estabilizado : e -Mudança de sentido na palavra luz (como beleza): de g para g'
Na sociedade a cor verde das plantas transmite uns fenômenos da natureza que é <u>lindo como a luz.</u>	e f g' h	-Sentido de sociedade estabilizado: e - Fuga do discurso científico para um discurso mais poético: d para h

A tabela III é um esforço de síntese e compreensão dos efeitos de sentidos entre os interlocutores, relatados nos itens anteriores, tanto em relação às estabilidades de sentido, quanto aos seus deslocamentos. As frases citadas mostram paulatinamente uma fuga de sentidos do discurso mais próximo ao científico (abcd, a'bcd, a"bcd, ebcd), para outros sentidos (efgd, efg'd, efgh). De certa forma elas mostram um movimento das memórias discursivas dos alunos e apenas ilustram esse embate da língua. São sintomas que servem para vislumbrar como o sujeito é afetado pelo discurso, nesse caso específico da disciplina de ciências.

Nesse caso, Orlandi (1998) chama os deslizamentos de polissemia, pois apesar da variedade dos interlocutores há um deslizamento de sentidos que, no entanto, faz sentido, pois os deslocamentos fazem parte das memórias discursivas, onde já existe o dito e, portanto, há a possibilidade de estabilização dos sentidos. Quando é permitida a elaboração do outro dizer, podemos perceber o efeito discursivo da incompletude da língua, pois o sentido não é fechado e o sujeito está em movimento na história, sempre sujeito a processos de identificação. E a percepção desses deslocamentos só foi possível em função do uso de questões abertas e da disposição de ouvirmos os estudantes.

Porém, preocupou-nos por que alguns alunos silenciavam o discurso considerado científico, pois tratava-se de 8as. séries, último ano do ensino fundamental. Por exemplo, se colocamos um discurso mais poético dos estudantes (Tabela III - efgh), junto ao refrão da poesia "*Luz do Sol que a folha traga e traduz, em verde novo...*", de Caetano Veloso, é nítida a percepção do limite discursivo de alguns estudantes comparada à de Caetano, em relação aos conhecimentos sobre fotossíntese. Apesar da situação diferenciada, no caso uma letra de música, o poeta fala mais próximo do discurso científico do que vários estudantes cursando a disciplina de ciências, o que não deve espantar, uma vez que a cultura não é algo restrito ao ambiente escolar. Mas pode ser considerado um problema se, ao fim da intervenção escolar, os estudantes saírem do objeto de estudo específico com grande distância em relação ao discurso científico, e o que é pior ainda, admitindo que para eles esse talvez seja o conhecimento definitivo.

O passo seguinte é como a escola e a educação em ciência podem dar um maior acesso aos alunos ao conhecimento científico da forma como o entendemos com suas contradições e conflitos, tendo em vista a ciência como um processo histórico-social, quando a pensamos como uma atividade humana, portanto sujeita a erros, com uma história inacabada da qual estamos vivenciando uma pequena parte, que produz certos conhecimentos, muitas vezes contrários a nossa memória discursiva, repleta de conflitos e valores. Por isso, buscar formas que viabilizem a percepção pelos sujeitos de que há sempre incompletude é tão importante. Mostrar como há lacunas em nosso conhecimento e refletir sobre elas, é importante para que os alunos entendam que ninguém tem o domínio total do que diz.

Levantarmos sentidos construídos pelos estudantes pode-nos indicar certas previsibilidades das suas leituras de mundo. Esses foram os primeiros passos para identificarmos para onde devíamos caminhar, principalmente no sentido de enfatizar os novos e significativos usos das palavras na ciência inseridas em teorias que vão sendo modificadas ao longo da história. Conhecer processos de identificação e gestos de interpretação dos sujeitos foi um primeiro passo para sabermos como a escola poderia lhes propiciar maior acesso ao discurso científico.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M. J. P. M. Luz: Enfoque no Ensino Médio e Representações dos Estudantes. *Proposições*, v. 7, nº 1, p. 34 – 40, 1996.
- ALMEIDA, M. J. P. M. & MOZENA, E. R. Luz e outras formas de radiação eletromagnética: Leituras na 8ª. série do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 23, nº 3, 2000.
- AMORIN, A. C. & BRAÚNA, R.C. A. Construindo uma metodologia para o ensino da fotossíntese. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 5, 1995. São Paulo: FEUSP. 1995.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda. 1996.
- BENLLOCH, M. *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*-Proposta didáctica para el ciclo superior de básica. Madrid: Visor. 1984
- EISEN, Y. & STAVY, R. 1988 Student's understanding of Photosynthesis. *The American Biology Teacher*, vol. 50, nº 4.
- GUZZETTI, B. J. & SNYDER, T. E. & GLASS, G. V. Promoting conceptual change in science: can texts be used effectively? *Journal of Reading*, 35 (8), 642-649. 1992.
- HASLAM, F. & TREAGUST, D. F. Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3). 1987.
- LUMPE, A. T & STAVY, J. R. Peer Collaboration and Concept Development: Learning about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 32, nº 1, p. 71 – 98, 1995.
- ORLANDI, E. P. Paráfrase e Polissemia – A fluidez nos limites do simbólico. *Rua*, nº 4, p. 9 – 19, 1998.
- _____. As Histórias das Leituras. *Revista Leitura: Teoria e Prática*. São Paulo: Faculdade de Educação - Unicamp. 1984.
- _____. *As formas do silêncio*. Campinas: Ed. da Unicamp. 1995.
- PECHEUX, M. *O Discurso*. Campinas: Pontes. 1993.
- SANTOS, M. E. V. M. *Mudança Conceptual na sala de aula*. Lisboa: Livros Horizonte. 1991.
- SIMPSON, M. & ARNOLD, B. Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level. *Journal of Biological Education*, v. 16, nº 1, 1982.
- SIMPSON, W. D. & MAREK, E. A. Understandings and misconceptions of biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high

- schools. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 25, nº 5, p. 361 – 374, 1988.
- SOUZA, S. C. & ALMEIDA, M. J. P. M. “Leitura nas ciências do ensino fundamental: a Fotossíntese em textos originais de cientistas”. *Proposições*, nº 50. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas. 2001.
- SOUZA, S. C. Leitura e Fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural. 2000. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas.
- _____. Supletivo individualizado: Possibilidades, Equívocos e Limites no Ensino de Ciências. *Trajetos*, v. 2, nº 3, junho 1995.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Ed. Martins Fontes. 1989.
- WANDERSEE, J. H. Ways Students Read Texts. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 25, nº 1, p. 69 – 84, 1988.
- _____. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 23, p. 591 – 597, 1986.
- _____. Can the History of Science help Science Educators anticipate student’s misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 23, nº 7, p. 581 – 597, 1985 .

**Artigo recebido em 20 de abril de 2001 e
selecionado para publicação em 5 de novembro de 2001.**