

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

TESE DE DOUTORADO

**LEITURA E FOTOSSÍNTESE: PROPOSTA DE ENSINO
NUMA ABORDAGEM CULTURAL**

AUTORA: SUZANI CASSIANI DE SOUZA

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA
JOSÉ P. M. DE ALMEIDA**

Este exemplar corresponde à redação
final da tese de doutorado defendida
por Suzani Cassiani de Souza e
aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 17.10.2000

Assinatura:

Orientadora

COMISSÃO JULGADORA:

[Handwritten signatures of the Commission members]

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

0000789

VIDADE BC
CHAMADA:
ITUNICAMP
So 89L
Código 41240
ROR 278/00
C ☐ P ☒
PREÇO R\$ 11,00
DATA 30-06-00
N.º CPD _____

CM-00142389-2

**CATALOGAÇÃO NA FONTE ELABORADA PELA BIBLIOTECA
DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP**

So89L

Souza, Suzani Cassiani de.

Leitura e Fotossíntese : proposta de ensino numa
abordagem cultural / Suzani Cassiani de Souza. -- Campinas,
SP : [s.n.], 2000.

Orientador : Maria José Pereira Monteiro de Almeida.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Educação.

1. Leitura. 2. Ciências – Estudo e ensino. 3. Linguagem .
4. Análise do discurso. 5. Fotossíntese. I. Almeida, Maria José
Pereira Monteiro de. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Educação. III. Título.

*Aos meus meninos Cacá, Dani e Lipe .
Aos meus queridos pais Clóvis e Zozima.*

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria José P. de Almeida, pela orientação apoio e amizade ao longo de todos esses anos.

Aos Profs. Drs. Angelo L. Cortelazzo e Eni P. Orlandi pelas sugestões durante a qualificação.

Ao CNPq pelo fornecimento de bolsa de estudos e apoio à pesquisa e a Fapesp por iniciativas como o Programa Fapesp Ensino Público que torna possível parcerias entre as escolas e as universidades.

Às queridas Profas. Odisséia e Simone pelo apoio e compreensão e a todos os seus alunos, que tornaram possível a realização dessa pesquisa.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa Ciência e Ensino – gepCE – da FE-Unicamp, especialmente aos profs. Henrique C. da Silva, Paulo C. Raboni e Cezar C. Babichak, pelas extensas e valiosas discussões sobre esse trabalho.

Ao prof. Jeff Reinfel por abrir suas portas, permitindo dessa forma o meu acesso em suas aulas de ciências numa escola norte-americana (*Gage Middle School - Riverside - Califórnia - E.U.A.*).

À Prof.a Dra. Judith Green pela sua calorosa recepção e apoio, durante toda minha estadia na Universidade da Califórnia e a Profa. Dra. Maria Lúcia Castanheira (Lalu), pelo seu companheirismo, simpatia e disposição em me ajudar em terras norte-americanas.

Agradecimentos especiais aos professores doutores das áreas de química, física e biologia, que auxiliaram na confecção do texto da Fotossíntese, com valiosas contribuições: Angelo Cortelazzo, Maria José P.M. de Almeida, Carlos E. Pilleggi de Souza, Francisco A. Marques, Agenor Mafra-Neto, José Luiz Michinel Machado.

Às bibliotecas da Universidade da Califórnia (*Library Science, Special Collections*), pelo acesso aos microfilmes dos antigos artigos científicos.

A todos os amigos, professores e funcionários da Faculdade de Educação da Unicamp, pela amizade e carinho, especialmente à Prof.a Dra. Ana Luiza Smolka pela sua disposição e calor humano, sempre pronta a estender às mãos.

À Profa. Dra. Elvira Souza Lima pelas valiosas sugestões e incentivo nessa jornada e Nilza do Amaral pela revisão do português

Ao Grupo FORMAR - Ciências da FE-Unicamp, pela possibilidade de participar no Projeto de Formação Continuada de Professores de ciências, em especial ao Prof. Antonio Carlos do Amorim pelas suas valiosas contribuições.

Aos queridos amigos Agenor Mafra-Neto e Kim Li Spencer pela sua acolhida carinhosa, pela sua amizade, cooperação e bondade.

À Ana Claudia F. Lopes e Ney Hoffman, amigos muito queridos, por todos esses anos de amizade, carinho e dedicação.

Aos meus pais, irmãos, cunhados e sobrinhas que sempre me apoiaram e me incentivaram, mesmo estando longe.

À minha linda família, que sempre me proporcionou paz, confiança e amor. Agradeço a vocês pela paciência nessa fase. Obrigada por vocês existirem.

RESUMO

Sabendo das dificuldades que os professores enfrentam com a leitura no ensino de ciências e partindo do pressuposto que a leitura acontece somente durante a interação do sujeito e texto, nesse trabalho procuramos estabelecer estratégias de mediação da linguagem e contribuir para o repensar curricular na última série do ensino fundamental, focalizando a leitura, a escrita e a experimentação, sob um tema que tem apresentado inúmeras dificuldades no ensino - a fotossíntese. Para tanto, aplicamos uma proposta de ensino, em quatro salas de oitava série de duas escolas públicas do estado de São Paulo. Nossos referenciais teórico-metodológicos se pautaram em diferentes áreas do conhecimento, como os estudos de natureza etnográfica, epistemológica, sociointeracionista, lingüística, principalmente aqueles relativos a análise do discurso francesa. Entre os resultados obtidos, encontramos e tentamos ultrapassar alguns obstáculos de aprendizagem dos estudantes, como a sensação de um completo entendimento do fenômeno, em contraponto a consistentes dúvidas sobre o mesmo. Dessa forma, buscamos um aprofundamento nos sentidos das palavras da ciência, criando espaços para conversar ciências. Além disso, em nossas análises evidenciamos uma convergência entre a linguagem comum e a linguagem científica, quando em leituras de trechos de originais de cientistas dos séculos XVII e XVIII, encontramos deslocamentos de sentidos dos estudantes próximos aos científicos e a percepção de certa incompletude, tanto da ciência como um processo, quanto aos limites do seu próprio conhecimento.

ABSTRACT

In this study we seek to establish strategies to mediate the language used to teach science, and attempted to improve a middle school science curriculum, because we recognize many difficulties that teachers have with the reading in science education, and assume that reading occurs only with an interaction between subject and text. To this end, we developed and applied a program to teach photosynthesis to eight graders in the public school system in Sao Paulo - Brazil. This program focused on the language to teach science including the reading, laboratory work, and writing. We based on program primarily in the School of French Discourse Analysis, also in ethnography, epistemology, linguistics, and sociocultural studies. We discovered learning obstacles including a consistent objective incomplete understanding of concepts associated with a subjective perception of complete understanding. In addition we observed a bridge between to the colloquial and scientific language, when we used the original writings of scientists from the 17th and 18th Centuries, humanizing the scientific language. It appeared that with our program, students had a good understanding of photosynthesis, and also they perceived their own limitations, understanding science like a process.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Fotossíntese e mudança conceitual.....	12
2.2. Novas tendências.....	18
3. REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	22
3.1. Metodologia da pesquisa.....	22
3.2. Concepção de Educação.....	24
3.3. Concepção de Ciência.....	28
3.4. Questões de Leitura.....	36
4. PRESSUPOSTOS E INTERVENIENTES DAS POSSÍVEIS LEITURAS DE TEXTOS DIDÁTICOS.....	42
4.1. As condições de produção, a forma e o conteúdo.....	45
4.2. Observando o sub-tema fotossíntese - algumas leituras possíveis.....	47
4.2.1. Oitava série – Química e Física.....	50
4.2.2. Sétima série - O corpo humano.....	51
4.2.3. Sexta série - Os seres vivos.....	52
4.2.4. Quinta série - O ambiente.....	55
4.3. Relação entre o dito e o não dito e os múltiplos efeitos de sentidos.....	56
4.3.1. A forma pessoal/impessoal da linguagem comum/científica ligada à concepção de ciência.....	57
4.3.2. A completude/incompletude do texto superficial/profundo.....	59
4.3.3. O que é opcional/obrigatório revelando-se transparente/oculto	64
4.3.4. O que é proposto/pressuposto e localizado no tempo/atemporal	66
5. A PROPOSTA DE ENSINO	71
5.1. Problemática	72
5.2. Objetivos.....	73
5.3. Tema.....	74
5.4. Recursos didáticos	75
5.4.1. A Produção do texto histórico	76
5.5. A elaboração da proposta : uma construção.....	78
5.5.1. Uma breve descrição da proposta.....	80
5.5.2.1. Leitura	87

5.5.2.2. Escrita	88
5.5.2.3. Experimentação	89
5.6 - Procedimentos da aplicação da proposta	90
5.6.1. Os sujeitos	92
5.6.2. Contexto de aplicação da proposta de ensino	93
5.6.3. As duas escolas públicas envolvidas	96
5.6.4. A aplicação da proposta	98
5.7. Os dados coletados.....	99
5.8. Reaplicação da proposta de ensino	103
6. APRENDENDO A CONVERSAR CIÊNCIAS.....	105
6.1. O conhecimento sobre fotossíntese encontrado nos alunos – Obstáculos Epistemológicos.....	106
6.1.1. Sobre os Obstáculos Epistemológicos.....	116
6.1.2. O Conhecimento Geral.....	117
6.1.3. O Obstáculo Verbal da palavra fotossíntese.....	119
6.1.4. O Conhecimento Pragmático	121
6.2. As respostas à Questão 4: Muito mais que um simples agrupamento de palavras.....	124
6.2.1. O Sentido: Sociedade Humana.....	125
6.2.2. O Sentido: Sociedade como Associação.....	126
6.2.3. Mesmos sentidos em diferentes interlocutores.....	127
6.2.4. A Palavra Luz	128
6.2.5. Analisando alguns discursos dentro do ensino de ciências.....	130
6.3. Entrando no discurso científico – conversar ciências	133
6.3.1. Pensando alto.....	133
6.3.2. Um episódio de ensino (29/09/97).....	135
6.3.3. Outro episódio de ensino – (30/09/97).....	142
6.4. Analisando oportunidades de/para aprendizagem.....	147
6.4.1. Análise do texto: “A nutrição dos vegetais” (anexo IV) e do impacto de sua leitura junto aos alunos.....	154
6.4.2. Sistematização dos conhecimentos sobre o amido trabalhado nas aulas anteriores.....	157

6.4.3. Ênfase na contestação de van Helmont à Aristóteles sobre a participação apenas da água no processo da fotossíntese.....	158
6.4.4. Ênfase nas dúvidas de Priestley e a sua descoberta acidental dos gases envolvidos na fotossíntese	159
6.4.5. Principais palavras e construções.....	160
6.4.6. Os sujeitos do texto.....	162
6.4.7. Até que ponto utilizamos um texto com nossas próprias exigências?.....	166
6.5. Resultados do impacto do texto nos alunos.....	168
6.5.1. Evidências dos <i>breaks</i>	184
6.5.2. Por que (não) ler textos originais dos cientistas? Estabelecendo uma “linha direta”.....	186
6.5.3. A questão dos experimentos e algumas representações dos estudantes.....	195
6.5.4. Algumas precauções no uso dos originais de antigos cientistas.....	199
6.5.5. Os Desenhos.....	201
6.5.6. Ampliando a noção de como as palavras são usadas na ciência.....	203
6.5.7. A questão do amido e sua origem na 8ª A - Derrubando obstáculos epistemológicos	204
6.6. Ainda os obstáculos epistemológicos – A construção do terrário.....	206
6.7. Um ensaio sobre a escrita de textos.....	214
6.7.1. Os textos de ficção científica.....	217
6.7.2. Os diários de bordo.....	219
6.7.3. As cartas.....	220
6.7.4. Algumas conclusões prévias sobre a escrita.....	221
7. SÍNTESE E CONCLUSÃO.....	224
7.1. Resgatando o conhecimento dos alunos	226
7.2. Percebendo o significado das palavras na ciência.....	228
7.3. Testando o texto.....	229
7.4. Ligando, identificando e transferindo o discurso.....	231
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	234

ÍNDICE DE TABELAS

1.	Estudos sobre concepções alternativas de estudantes relacionados à fotossíntese.....	10
2.	Seqüências dos segmentos do projeto Fapesp.....	95
3.	Momentos observados, junto aos alunos no projeto Fapesp – 1997.....	101
4.	Seqüência dos dados obtidos da proposta de fotossíntese.....	104
5.	Questões sobre fotossíntese e respostas de 23 alunos da sala c (início da aplicação da proposta de ensino).....	107
6.	Questões sobre fotossíntese e respostas de 22 alunos da sala Y (início da aplicação da proposta de ensino).....	110
7.	Sobre os obstáculos da fotossíntese encontrados nas respostas dos alunos.....	123
8.	Estabilidades e deslocamentos de sentidos em algumas palavras das salas 8 ^a C e 8 ^a Y.....	132
9.	Respostas dos estudantes da 8 ^a Y em dois momentos da proposta de ensino, sobre a absorção da luz na fotossíntese.....	148
10.	Respostas de 69 alunos, à questão “Na sua opinião, ele (o amido) também pode ser encontrado no solo, antes de estar na planta?”.....	153
11.	Resposta de 85 alunos (das quatro salas) à pergunta 5 do questionário inicial (anexo II) “Você gosta de escrever na sala de aula, num diário por exemplo?”.....	156
12.	Levantando e organizando as múltiplas vozes de 85 estudantes das quatro salas.....	170
13.	Repetições dos alunos em relação ao texto “A Nutrição dos Vegetais”.....	190
14.	Seqüência de duas atividades relacionadas sobre o amido de oito alunos da 8 ^a A.....	208
15.	Outras situações das duas atividades relacionadas sobre o amido dos alunos da 8 ^a A	212

ANEXOS

ANEXO I – FOTOSSÍNTESE: A HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DE UM CONHECIMENTO (47 p.).....	1
ANEXO II – Questões sobre leitura (1 p.).....	xiviii
ANEXO III – Questões sobre fotossíntese (1 p.).....	Xlix
ANEXO IV – Origem do amido (1 p.).....	I
ANEXO V – A natureza da luz (2 p.).....	li
ANEXO VI – A nutrição dos vegetais (5 p.).....	liii
ANEXO VII – Luz do Sol (1 p.).....	lviii
ANEXO VIII – Produção de texto (1 p.).....	lix
ANEXO IX - “Iluminando” o fenômeno da fotossíntese (1 p.).....	lx

ÍNDICE DE FIGURAS

1. 10 kg de boi - para 1 kg de leão 10 kg de capim - para 1 kg de boi 100 kg de capim para 1kg de leão.....	iii
2. Pirâmide de Massa (kg/hectare) do Lago do Wisconsin (USA) (adaptado de BAKER & ALLEN,1975).....	iv
3. Peso da terra no primeiro vaso = 100 kg – Peso inicial da árvore = 2,5 kg Após cinco anos, van Helmont constatou: Peso da terra = 90,8 kg – Peso da árvore = 77,1 kg (Fig. extraída de Baker, 1952, p.11).....	vii
4. Em 1676, Grew publicou um extenso artigo sobre a anatomia das plantas. Ao lado é possível ver a capa de um dos capítulos de seu trabalho “A anatomia das folhas”, produzido a olho nu e com o microscópio, publicado pela Royal Society of London, em 26 de Outubro de 1676. A seguir você vê seus desenhos originais das folhas com os orifícios (estômatos) que ele encontrou. (Grew, 18 p.).....	ix
5. O Balão Pneumático.(Nash, 1952 p.25).....	xi
6. Experimento de Hales, cujos resultados iniciaram as suspeitas” que o ar participasse do processo de crescimento das plantas. (Fig. Extraída de Baker, 1952, p. 16).....	xii
7. Experimento de Priestley (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 18).....	xiv
8. Experimentos de Priestley. De seus resultados, concluiu que as plantas “revertem os efeitos da respiração” (Fig. Extraída de Baker, 1952, p.23).....	xv
9. Rato morto por falta de oxigênio (Fig. Extraída de Baker, 1952, p. 19).....	xvi
10. Rato vivo com planta e morto sem a planta (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 30).....	xvii
11. Essas experiências demonstram a descoberta de Ingen-Housz de que é necessária a substância verde para que as plantas fabriquem “matéria vegetal”. Ele notou que tanto as plantas verdes como as não verdes	

	respiram (isto é, eliminam CO_2) . Finalmente e o mais importante, Ingen-Housz descobriu que mesmo porções de plantas verdes necessitam de luz para eliminar oxigênio . A) talos verdes liberam oxigênio e gás carbônico em presença de luz, porém a quantidade de oxigênio é maior; B) folhas verdes liberam oxigênio e gás carbônico em presença de luz, porém a quantidade de oxigênio é maior; C) partes não verdes da planta (raiz, caule, fruto, etc.) liberam somente gás carbônico (Fig. extraída de Baker & Allen, p. 185).....	xix
12.	A primeira experiência de Senebier. A) Folhas imersas na água sem gás carbônico não liberam oxigênio. B) Folhas imersas em água com gás carbônico liberam oxigênio. (Fig. Extraída de Baker & Allen, 1975, p. 187).....	xxii
13.	Outra experiência de Senebier. A) As folhas param de liberar oxigênio depois de um determinado tempo. B) Apesar de folhas frescas, não há liberação de oxigênio quando elas são colocadas na mesma água do recipiente. C) Quando água é trocada começa a liberação de oxigênio. (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 188).	xxiii
14.	Espectro eletromagnético com os vários comprimentos de ondas, dos mais curtos à esquerda aos mais longos à direita- Raios Gama (Gamma rays), Raios X (X Rays), Raio Ultravioleta (UV), Raios Infravermelho (Infrared), Microondas (Microwaves), Ondas de Radio (Radio Waves).(Campbell, 1990, p. 210).....	xxxii
15.	Comparação entre o espectro de ação da fotossíntese (determinado pela aglomeração de bactérias nas regiões de elevada concentração de oxigênio ao longo de um filamento de alga exposto a um espectro luminoso) e o espectro de absorção dos pigmentos da planta. Note a estreita correlação entre a aglomeração de bactérias e os picos de elevada absorção de luz pelos pigmentos (vermelha e violeta). (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 197).....	xxxiii
16.	Interações da luz com a matéria. Os pigmentos dos cloroplastos absorvem o comprimento azul e vermelho. Eles refletem e transmitem o verde, motivo pelo qual os vegetais parecem dessa cor. (Campbell, 1990, p.211)...	xxxiv
17.	A absorção de luz de diferentes comprimentos de onda por dois grupos de pigmentos de planta – clorofilas e carotenóides – que capturam energia luminosa usada na fotossíntese. As cores do espectro são violeta (v), azul (b), verde (g), amarelo (y), laranja (o) e vermelho (r). (Fig. Extraída de Ricklefs, 1993, p.32).....	xxxv
18.	Interações de luz com a matéria (Campbell, 1990, p. 209).....	xxxvi
19.	Espectros de absorção das clorofilas <i>a</i> e <i>b</i> . (extraído de Baker & Allen, 1975, p. 196).....	xxxvii
20.	Sumário da Fotossíntese – Esse diagrama traz os principais reagentes e produtos do fenômeno e como ele ocorre nos cloroplastos. As reações de Claro, que ocorrem nas membranas tilacóides, convertem a energia da luz em energia química (ATP e NADP); quebra a molécula de água, e libera o oxigênio. O Ciclo de Calvin, que ocorre no estroma do cloroplasto, usa o ATP e NADPH para converter gás carbônico em glicose. (Campbell, 1990, p. 209).....	xli
21.	Esquema de fatos e idéias sobre o fenômeno da fotossíntese.....	xliv

INTRODUÇÃO GERAL

O ato de ver certamente não se baseia apenas no que chega aos nossos olhos. Por trás dele, como em outros processos, ouvir, por exemplo, há todo um modo de interpretação que faz com que olhares, gestos ou palavras entre indivíduos que falam a mesma língua possam ser entendidos de diferentes formas. Chalmers (1993) faz essa abordagem numa análise epistemológica do fazer ciência, enfocando “o ato de ver”:

“Dois observadores normais vendo o mesmo objeto do mesmo lugar sob as mesmas circunstâncias físicas não têm necessariamente experiências visuais idênticas, mesmo considerando-se que as imagens em suas respectivas retinas possam ser virtualmente idênticas”. (p.48).

Em outras palavras, quando pensamos no observador, apesar dos estímulos físicos serem os mesmos, o contato perceptivo não o é, pois depende da história de vida, do conhecimento atual e das expectativas futuras de cada um, que certamente não são as mesmas. Portanto o que vemos está também numa parte interna, constituída em nossas mentes dando continuidade, interagindo com os objetos, dependendo da interpretação de cada um. É como se o presente, passado e futuro se fundissem em cada indivíduo, que apesar de construído socialmente, é único e, portanto, suas interpretações são diferenciadas.

Mesmo numa dada cultura e num dado momento histórico-cultural, a leitura de um poema, a observação de um quadro ou ouvir uma música podem ser interpretados de formas diferenciadas. Por exemplo, a frase “a esperança é a última que morre” pode significar para um biólogo bem humorado ao fazer seu insetário, que este inseto - esperança (Orthoptera:Tettigoniidae) - será sacrificado por último.

Isso não quer dizer que nossas interpretações nada têm a ver com o que vivenciamos. Se assim fosse a comunicação entre as pessoas seria impossível. Há, portanto o fato dos sentidos terem sua história, havendo dessa forma uma sedimentação de sentidos, segundo as condições de produção da linguagem (Orlandi, 1988). Mas de forma alguma os sentidos são absolutamente estáveis.

Porém, perante outras interpretações dos alunos diferentes das esperadas é comum os professores questionarem que: “alunos não sabem interpretar”; “têm dificuldades em entender perguntas”; “alunos não sabem escrever” (expressar-se por escrito); “alunos

não têm criatividade”; “ensinar a ler é tarefa de Língua Portuguesa, foge aos objetivos do ensino de ciências”, entre outros. Esse olhar induzido para um só olhar do conteúdo, geralmente vem atravessado de uma concepção de ciência como verdade absoluta onde só existe espaço para um sentido único, silenciando-se, por exemplo, as interpretações equivocadas que também encontramos na história da ciência, na busca de explicações sobre os fenômenos. A reboque vem então a leitura cooptando com essa concepção de ciência como verdade absoluta, onde o ato de ensinar passa a ser a imposição de apenas uma forma de ler um texto.

Pudemos ter indícios dessa questão observando professores de ciências, aos quais foi solicitado um relato de uma experiência de sucesso em suas vidas profissionais. As atividades com leitura ou escrita relatadas foram raras. No entanto, pelo menos uma professora mostrou grande preocupação esclarecendo que havia participado de um projeto de leitura em sua escola colocando a questão da linguagem no ensino de ciências de forma explícita: “o problema existe e não podemos passar por cima dele”; “precisamos parar com essa idéia de que “eu” sou professora de ciências” (e portanto não preciso ensinar a ler ou escrever); “O culpado é o aluno de não saber escrever?” (é como se, culpando as séries anteriores por essa “falha”, houvesse a possibilidade de se eximir dessa responsabilidade).

Este fato veio corroborar com nossa visão do problema, pois em inúmeras situações em contatos com outros professores, em suas ações e reflexões percebemos que era constante a preocupação do professor de ciências voltada quase que exclusivamente para a transmissão de conteúdos, geralmente ditados pelo livro didático de forma fragmentada e bastante simplificada.

Resquícios de teorias de educação, por exemplo, a Crítica Social dos Conteúdos (Saviani, 1982), podem estar presentes no discurso dos professores, pois são freqüentes suas manifestações quanto ao comprometimento com os alunos das classes populares, cuja saída seria ensinar-lhes todos os conteúdos encontrados no Livro Didático, como forma de apropriação de poder, utilizando-se muitas vezes do parâmetro das escolas particulares, sem levar em conta as condições diferenciadas desses dois contextos. Porém esta louvável preocupação tem um alto custo, pois ela vem muitas vezes, concretizar a saída precoce dos alunos da escola. Nessa perspectiva dos professores, no afã de conseguir atingir

objetivos voltados somente à quantidade de conteúdos transmitidos é priorizada uma certa indução aos conceitos de ciências nesse ensino, para se conseguir resultados mais rápidos, colocando de lado a multiplicidade de sentidos que pode acontecer na interação social do espaço da sala de aula, presente nas diferentes leituras. Podemos dizer que há um certo autoritarismo no discurso pedagógico, como aponta Orlandi (1996a), pois o conhecimento que poderia ser tratado como fortuito e ocasional, dependendo de perspectivas, acaba se passando como um saber legítimo, um estatuto de necessidade *“Desconhece-se que os conceitos têm uma história.”* (p. 21).

Se apenas uma interpretação única e imediata é buscada, pautada no conhecimento que é valorizado pelo professor, induzindo o aluno para essa interpretação, provavelmente haverá um distanciamento e não uma continuidade aos saberes dos alunos. Se por um lado há por parte dos professores uma preocupação grande com o ensino, geralmente associada a determinados conteúdos a serem ensinados, por outro há o “desprezo” quanto às leituras e interpretações que os alunos fazem perante as situações de ensino produzindo uma distância entre ensino e aprendizagem.

Dessa forma, é notória a contradição entre o modelo de leitura que é utilizado pelo professor em sala de aula na busca da apropriação do conhecimento científico pelos alunos, e o pouco espaço que o professor dá para a interpretação (geralmente única), podendo levar os alunos a uma busca das interpretações que o professor quer, pois num outro momento isso será solicitado em uma prova, ou também a um desestímulo perante a leitura de outros textos, por exemplo, os de divulgação científica, pois a leitura é apenas um reforço, um referendo do lugar onde o professor quer chegar.

Partindo desses pressupostos e para enriquecer este debate trazemos também o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky (1993), o qual nos esclarece que o *“aprendizado geralmente precede o desenvolvimento”* (p 87) onde:

“na aprendizagem da fala, assim como na aprendizagem das matérias escolares, a imitação é indispensável. O que a criança é capaz de fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã. Portanto, o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha a frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento (p. 89).

A esta altura, um leitor poderia muito bem se perguntar: “mas isto é totalmente

o oposto de se abrir espaços para outras interpretações dos alunos!” ou então “Não seria saudável a indução já que estaríamos atuando na ZDP?”

Esse diálogo exige um esforço de argumentação, pois nessa contradição há um profundo delineamento para avançarmos o conhecimento sobre o ensino de ciências. E a discussão vem do próprio Vygotsky, quando ele defende a importância da alfabetização em crianças menores de sete anos, colocando restrições fundamentais: *“O ensino tem que ser organizado de forma que a leitura e a escrita se tornem necessárias às crianças”* senão *“passará a ser puramente mecânica e logo poderá entediar as crianças...”*. Para o autor, a escrita deve ser relevante à vida, só então a criança não a desenvolverá como hábito mecânico e sim uma forma nova e complexa de linguagem. Além disso, essa ação deve ser cultivada e não imposta (1989, p. 133).

Essas considerações também podem e devem ser levadas para o ensino de ciências. Não se trata de manter as diferentes interpretações, porém elas precisam vir a tona, precisam ser expostas, precisam ser levadas em conta, para que haja proximidade com o novo conhecimento trabalhado em sala de aula, que por sua vez está dentro de um contexto de diversas e complexas interações sociais.

É preciso criar espaços para as diferentes interpretações dos alunos, dentro da sala de aula, onde estas estejam em continuidade e ruptura com o novo conhecimento (Bachelard, 1996). Acreditamos que é preciso buscar essa articulação entre o ensino de ciências e as diferentes interpretações sobre tudo que nos rodeia, baseada em nossas histórias de vida, em nossos conhecimentos adquiridos até agora e nas expectativas que temos sobre o nosso mundo, produzindo olhares diferentes. Essa discussão será aprofundada no capítulo três.

Progressivamente pudemos definir um foco específico de pesquisa, para podermos pensar com profundidade nessas questões. Por considerarmos que a superação desse problema exige não apenas um entendimento do processo, mas também envolve a construção de propostas de intervenção que possam mostrar indicadores de quais caminhos a serem perseguidos, elaboramos e aplicamos uma proposta de ensino em quatro salas de oitavas séries, junto a duas escolas públicas e optamos por um tema, que ao mesmo tempo transitando por diferentes esferas do conhecimento humano, pudesse por outro lado ter sua

própria especificidade dentro da Biologia como um conhecimento construído pela humanidade e dentro de sua importância enquanto fenômeno vital para o planeta Terra - A **Fotossíntese**.

Para o leitor que possui muitas dúvidas sobre a Fotossíntese¹, gostaríamos de esclarecer brevemente que nos vegetais verdes em geral, através da energia luminosa captada pela clorofila (pigmento presente nos cloroplastos dentro das células das folhas verdes) 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. Em outras palavras, a fotossíntese é um processo que resulta na produção global de glicose e oxigênio, elementos essenciais no processo de respiração, um tipo de combustão onde há transformação da energia química em outros tipos essenciais à maioria dos seres vivos².

Não há como negar a extrema importância do fenômeno da fotossíntese na dinâmica geral na natureza, principalmente em relação à manutenção de vida no planeta Terra. Além disso, quando se estuda a fotossíntese é possível perceber algumas ligações com outros fenômenos naturais (por exemplo: na área da física, o conceito de luz; na química, as reações químicas). Porém, o fenômeno recebe pouco espaço nos livros didáticos, pois é tradicionalmente abordado de forma bem superficial, além de ser pouco divulgado nas últimas séries do primeiro grau. Sem dúvida os livros didáticos são bons termômetros para observarmos esse problema³.

Os livros geralmente são um agrupamento das ciências (biologia, química, física e geociências) e a superficialidade e fragmentação são sua especialidade... Por exemplo, na oitava série a maioria dos livros apresenta somente conteúdos de química e física, os quais geralmente aparecem fragmentados dentro de cada ciência (seqüência semelhante aos livros didáticos do segundo grau), fragmentados entre si (não há quase relações apontadas entre a química e a física) e na abordagem das outras ciências (relações entre a química ou a física e a biologia, por exemplo). Quando o professor opta por

¹ Para maiores detalhes sobre o mesmo tema, produzimos um texto, onde há uma abordagem histórica da construção dos conhecimentos sobre a fotossíntese (anexo I).

² Existem outros tipos de organismos que realizam a fotossíntese, por exemplo as sulfobactérias, cujo processo é semelhante, mas um dos tipos de matéria prima é diferente (ao invés de água - H_2O é o ácido sulfídrico - H_2S), conseqüentemente não há liberação de oxigênio. (Odum, 1983, p. 19)

³ Um interessante trabalho de iniciação científica levantando esses aspectos foi feito por S.V. Prado utilizando o tema Fotossíntese, sob a mesma orientação deste projeto.

trabalhar na oitava série, somente a química e a física, com todas as suas dificuldades nesses conteúdos, pois geralmente sua formação é na área de biologia, quase nunca um trabalho menos fragmentado é feito. O capítulo quatro aprofundará essa discussão.

Nessa perspectiva a fotossíntese pode ser um tema interessante para uma proposta de ensino nas oitavas séries, pois permite abordar o fenômeno de uma forma mais totalizante ao englobar conteúdos das diferentes áreas das ciências. Além do mais a 8ª série é um momento em que os alunos estão mais preparados para conceber um pouco da complexidade e abrangência do fenômeno, pois quando tratado somente nas séries iniciais apenas para demonstrar funções de alguns órgãos, é quase sempre feito de maneira superficial. Não há um momento especial para um trabalho mais aprofundado sobre esse tema, resultando em interpretações bastante distantes das cientificamente aceitas sobre esse fenômeno, mesmo após a conclusão do primeiro grau.

Pesquisas em ensino de ciências têm sido relatadas enfocando a abordagem do fenômeno em sala de aula, que apontam algumas dificuldades no trabalho com a fotossíntese, pois os estudantes chegam com inúmeras concepções alternativas, ou seja, com uma gama de explicações cotidianas geradas principalmente por evidências empíricas e sua forma de “ler” determinado fenômeno (Tabela 1, p. 10). Elas serão abordadas com maior profundidade no Capítulo Dois.

Alguns desses resultados podem ser indícios do efeito discursivo em sala de aula e das interações sociais desde que nascemos. Se considerarmos que os textos, incluindo-se todos os tipos de linguagens (escritas, faladas, desenhadas, filmadas,...) são lidos, interpretados e reinterpretados por nós, mesmo quando os lemos em diferentes momentos de nossas vidas sob diferentes perspectivas, com diferentes referenciais e, se considerarmos que essas leituras são reelaboradas integrando-se seletivamente às nossas ações construídas em nosso cotidiano, tanto em sala de aula, quanto fora dela, talvez fique mais fácil entendermos como elas acontecem e porque existem e se possível alcançarmos mecanismos que possam ajudar no desenvolvimento de uma didática para o ensino de ciências. Pensar e propor diferentes tipos de abordagens dos textos, talvez seja um caminho.

A proposta de ensino foi pensada nesse sentido. O capítulo cinco aprofundará essa discussão.

Por isso o tema Fotossíntese é um desafio. Por se tratar de um tema complexo e demasiadamente importante, ele é um conhecimento especializado, que tem por trás toda uma história sucessiva de erros e acertos, cujos conhecimentos atuais são aceitos por uma comunidade científica. Por outro lado, no contexto da sala de aula há o problema da indução, através do ensino direto dos conceitos, embutindo indiretamente a verdade científica, em contraponto aos efeitos discursivos onde percebemos a multiplicidade dos sentidos.

Então uma questão se faz presente: há espaço na sala de aula para o conhecimento científico ser questionado e interpretado da forma que o aluno possa entender?

Como fica, na sala de aula, o sentido único da leitura, quanto a determinado fenômeno?

Textos de história da ciência podem ajudar? De que maneira?

Se pensarmos que o ato de ler em ciências tem se reduzido somente à busca de informações que o professor quer, restringindo os possíveis sentidos que o aluno pode trazer de sua história, talvez nos aproximemos de uma resposta. A previsão da leitura, ou seja, os sentidos esperados pelo professor devem ser trabalhados como um dos constituintes da produção do texto, e não como o único constituinte. Teoricamente Orlandi (1984) tem enfatizado a polissemia, ou seja, o fato de ser próprio da natureza da linguagem a possibilidade da multiplicidade dos sentidos. Porém há também uma sedimentação histórica de sentidos, onde um sentido adquire estatuto dominante em relação aos outros. Então, pode-se dizer que há uma utilização ambígua do conceito de história: *“porque é histórico muda, porque é histórico permanece”* (Ibid, p.9). Dessa forma, nosso olhar nos remete a duas dimensões em relação à história:

- a importância da história de leitura dos alunos nas condições de produção da leitura, que abrangem o texto e o leitor, relativizando a determinação de um só sentido no texto;
- a importância da história da ciência, geralmente vista como uma verdade

absoluta e não histórica no ensino de ciências, que pode relativizar o impacto dos conhecimentos adquiridos e acumulados pela humanidade.

A possibilidade de percebermos junto aos alunos outras leituras de um mesmo texto deve certamente influenciar nas condições de produção do texto. Acreditamos que entendendo essas formas de produção do texto (Palma, 1984), ou seja, a interação entre o aluno e o texto, não apenas na relação autoritária da sala de aula comumente pautada na avaliação, onde se busca a reprodução de um só sentido, mas sim buscando formas menos hierarquizadas na relação professor/aluno/texto, seja possível abrir um espaço para a incompletude, para o diferente, para outros textos, para o desvelamento de mensagens subliminares que são passadas nas entrelinhas e não apenas (ou quase nunca) nas linhas.

Nesse sentido consideramos a possibilidade da interferência na história de leitura dos alunos, fugindo das determinações e acreditando que esse desvelamento, através de leituras mais críticas, possa ser transposto às várias leituras de mundo em plena transformação.

Levando-se em conta o que foi mencionado anteriormente acreditamos que ao trabalhar com o tema fotossíntese numa proposta de ensino, é possível vislumbrar na prática questões pertinentes não somente relativas à leitura, mas também à escrita e a experimentação. Com essa proposta estabelecemos os seguintes objetivos gerais:

- **contribuir para o repensar curricular na última série do ensino fundamental;**
- **estabelecer estratégias de mediação da linguagem, tendo em vista a construção social do conhecimento sobre o tema fotossíntese.**

Em outras palavras, interessa-nos os aspectos relacionados às atitudes dos alunos, mediante suas formas de organizar e dar significado às suas experiências pessoais, através da observação da interação entre professor/aluno, aluno/material didático, tornando-nos capazes de compreender mais profundamente as crenças e idéias que os alunos trazem à escola, incluindo os principais obstáculos de ensino e inferindo melhores formas de trabalho para a ruptura desses obstáculos.

Para tanto, através da proposta de ensino, nos propomos a investigar principalmente os aspectos da leitura em sala de aula: os contextos de sua utilização e as

condições de produção da linguagem, enfatizando formas de intertextualidades, buscando formas que dêem indicadores de como deve ser lido o texto, buscando uma perspectiva diferente para a leitura, pretendendo que o gosto por ela possa extrapolar os muros da escola, dando aos alunos condições de buscarem informações atuais sobre o que ocorre no mundo (Almeida & Ricon, 1993). O resultado dessas análises será apresentado no capítulo seis.

TABELA 1: 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 & Brauna (1995);
Tendem a ignorar o papel dos gases, da luz e das folhas.	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_2O) combinando-se não podem originar um sólido ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$);	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 (1995b);
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 (1995b);
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 (1995b);
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 (1995b);
Tendem a pensar que as plantas num vidro transparente completamente fechado fecharão “sufocadas”, não conseguindo relacionar os ciclos envolvidos.	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995b);
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).

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: Ensino da fotossíntese e a leitura no ensino de ciências

A partir da década de setenta um grande número de estudos preocupados com os conteúdos das idéias dos estudantes sobre os conceitos científicos, surgiram a partir de respostas críticas aos trabalhos de Piaget e colaboradores cujas preocupações não abrangiam especificamente o ensino das noções científicas (Mortimer, 1994). Isso levou vários pesquisadores a estudar essas idéias alternativas dos estudantes, tornando-se esta sem dúvida a linha de investigação mais desenvolvida no ensino de ciências, onde se tem claro que os alunos constroem suas próprias teorias e representações do mundo, apesar de essas teorias não coincidirem muitas vezes com as teorias aceitas pela ciência (Candella, 1996).

Segundo Holliday *et al.* (1994) mais de 3.000 estudos junto ao ensino de ciências têm sido dirigidos à identificação dessas concepções alternativas. Além disso, há uma nítida tendência na “troca” das idéias dos alunos pelas científicas, chamadas de mudança conceitual, como se esta fosse sinônimo de aprender ciências.

Para Mortimer (1994) há pelo menos duas características principais que parecem ser compartilhadas na literatura, mesmo perante uma grande variedade de abordagens e visões sobre o construtivismo no ensino de ciências:

- “a) a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento*
- b) as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem.” (p. 57)*

É possível perceber pela produção teórica da pesquisa em ensino de ciências realizada nos últimos 20 anos, uma priorização no estudo dos processos individuais na construção do conhecimento, fortalecendo uma visão construtivista de ensino-aprendizagem (Mattheus, 1992).

Na década de noventa, esse consenso começou a dar sinais de um relativo esgotamento, quando aparecem críticas aos aspectos filosóficos, psicológicos e pedagógicos das pesquisas em ensino de ciências (Candella, 1996; Mortimer, 1994; O’Loughin, 1992; Mattheus, 1992; Millar, 1989; Holliday *et al.*, 1994). Além disso, há um número de publicações bastante inferior sobre pesquisas em mudança conceitual, comparadas aos anos

anteriores (Mortimer, 1994). Geralmente são estudos que objetivam a investigação das formas de pensamento dos alunos sobre o fenômeno, priorizando a construção dos conceitos científicos, através de propostas de ensino. Poucos estudos levam em conta a situação da sala de aula, conforme afirma Candella (1996):

Sem dúvida, estes modelos, delineados fora da sala de aula, aplicam mais ou menos mecanicamente, os resultados dos estudos da psicologia ao campo de educação, supondo que o fator psicológico é o único determinante da aprendizagem...Não situam esse processo nas salas de aula e não consideram as diferenças entre o contexto experimental e a dinâmica das relações e condições da aula...As condições afetivas e cognitivas geradas na interação grupal e nos processos históricos e culturais locais, também intervêm na forma de ensinar e de aprender na aula.⁴ (p. 6).

Um exemplo dessa tendência, que entende o fator psicológico como o único determinante da aprendizagem, é o levantamento bibliográfico que fizemos sobre fotossíntese. Apesar das críticas, vale a pena saber ainda hoje quais as implicações que temos sobre esse tema para podermos avançar em outras direções.

2.1 - FOTOSSÍNTESE E MUDANÇA CONCEITUAL

O ensino da Fotossíntese tem sido relatado na literatura (Simpson & Arnold, 1982; Wandersee, 1985; Haslam, 1987; Eisen & Stavy, 1988; Simpson & Marek, 1988; Lumpe & Staver, 1995), em pesquisas desenvolvidas junto a crianças e adolescentes e em situações de trabalho com professores, como um trabalho bastante complexo pelas dificuldades que os alunos têm em entender esse fenômeno, cujo conhecimento é atravessado por uma gama de concepções alternativas, geradas em sala de aula (quando o professor também apresenta dúvidas) ou mesmo nas explicações cotidianas que os alunos dão baseados em evidências empíricas.

Lumpe & Staver (1995) em seu levantamento bibliográfico mostraram que vários autores constataram que os alunos não entendem como e porque materiais como água, ar, luz do sol são utilizados na produção de alimento. Também levantaram que dentre as concepções alternativas mais comuns estão:

- (1) fotossíntese mantém a planta verde;

⁴ Tradução nossa.

- (2) alimento da planta é água, sol, ar e sais minerais;
- (3) não entendem o termo alimento;
- (4) fotossíntese é simplesmente um processo de troca de gases;
- (5) luz é usada para manter as plantas quentes;
- (6) fotossíntese é a respiração das plantas⁵.

Essas concepções alternativas, também coincidentes com as mostradas na Tabela 1, dificultam a compreensão da importância da fotossíntese como um processo de síntese de alimentos.

Segundo Wandersee (1985), os alunos com base em evidências empíricas macroscópicas podem apresentar concepções alternativas antropomórficas, principalmente na forma como as plantas se alimentam. Em seus estudos anteriores compilou uma lista com 22 concepções alternativas sobre fotossíntese o que representa sem dúvida, a importância e a dificuldade do trabalho com esse tema (Wandersee, 1986).

Benloch (1984), também levantou algumas concepções alternativas que podem se manifestar quando em contato com vários fenômenos, entre eles a fotossíntese, inclusive produzindo um material estratégico numa linha construtivista, para trabalhar com crianças e adolescentes.

Intervenções também têm sido relatadas na literatura, muitas vezes utilizando a história da ciência e a epistemologia para alcançar a mudança conceitual já que alguns autores pressupõem que há uma estreita relação entre a forma de pensar dos alunos e a forma como foi pensada a ciência nos séculos passados. Santos (1991) 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 descontinuidades que separam o conhecimento do senso comum do conhecimento científico, porém não havendo uma simples substituição de um conhecimento pelo outro. Também coloca que a história e a epistemologia da Ciência podem fundamentar e informar estratégias de ensino e vias de pesquisa na educação em ciências.

Wandersee (1985) já apontava esta perspectiva. Nesse trabalho relata algumas das concepções alternativas dos estudantes sobre fotossíntese revelando aos mesmos as

⁵ Tradução nossa.

concepções dos pesquisadores dos séculos anteriores. Defende que 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.

Porém nos casos citados, apesar da abordagem histórica, percebe-se a ênfase na mudança conceitual dos estudantes, ou seja, é como se a história da ciência pudesse ser utilizada apenas para ensinar o conteúdo. Parece não haver uma preocupação maior, por exemplo, em trabalhar o processo de produção da ciência.

Castellani & Gardel (1994) acreditam que a fotossíntese tem se mostrado importante material para trabalhar a história da ciência, proporcionando um redimensionamento da visão de ciência. Para tanto produziram um texto e um vídeo para os professores do ensino médio da rede oficial, dentro de um programa de ensino à distância do Estado de São Paulo, com ênfase no desenvolvimento dos conceitos sobre a Fotossíntese, no qual dão uma abordagem histórica ao fenômeno. No texto há um questionamento para o professor sobre a importância de abordar o processo sob o ponto de vista histórico, cujo enfoque, segundo as autoras, pode ser questionado pelo professor. As autoras defendem que é uma oportunidade de discutir com o aluno como o conhecimento biológico foi e continua a ser produzido, pois o aluno pode perceber o quanto os cientistas são influenciados durante a época em que vivem.

Além dessa abordagem, Santos (1991) faz um alerta ao ensino do fenômeno para crianças, do qual surgem simplificações abusivas, pois na maioria das vezes as explicações repousam em evidências aparentes:

“Referimo-nos, particularmente, a este conceito dado que a sua complexidade caminha a par da importância da sua compreensão. A importância do ensino de fotossíntese relaciona-se com implicações ecológicas que, só por si, justificam que se revelem a crianças de 11-12 anos detalhes invisíveis da nutrição das plantas que levaram centenas de anos a descobrir. Alguns deles são mesmo muito recentes datam do nosso século. Deste e de outros constrangimentos decorrem simplificações abusivas no modo de ensinar a fotossíntese que repousam sobre evidências aparentes.” (p.200).

Realmente este é um fator complicador, pois se falar em fotossíntese não é algo fácil, falar de maneira simplificada parece-nos ainda mais difícil. Um bom exemplo é o material para-didático de Novelli⁶, cujo formato é em quadrinhos abordando temas ecológicos, que vão desde a energia solar até os perigos da energia nuclear. É um material bem interessante para crianças, porém se observarmos com cuidado, alguns detalhes importantes não são mencionados e talvez possam estar auxiliando na construção de concepções alternativas. Rapidamente podemos citar: não toca na questão da respiração das plantas colocando somente a produção de oxigênio; nos desenhos sempre aparecem árvores, não tocando na questão da produção do oxigênio pelas algas marinhas.

Para completar o quadro, muito mais grave ainda é a análise dos livros didáticos das quatro primeiras séries iniciais, descrita por Bizzo (1994), onde aponta diversos equívocos dos quais ressaltamos:

“A fotossíntese e a respiração celular são apresentadas de forma errada em boa parte dos livros, onde chegamos a encontrar afirmações como: “Respiração: consiste em absorver o oxigênio e liberar o gás carbônico (à noite) e absorver o gás carbônico liberando oxigênio (durante o dia).” (Joanita de Souza⁷, s/d, III:100) (Bizzo, 1994).

Baseado nisso, perante as precárias condições de formação da maioria dos professores primários e sua dependência dos livros didáticos de qualidade duvidosa, somado à complexidade do tema fotossíntese, podemos refletir qual o impacto, pelo menos em parte, desses fatores nas primeiras séries do primeiro grau.

Além desses textos didáticos estritamente relacionados à escola, é possível encontrar esses problemas em outras situações, como na sala de espera de um consultório odontológico! Isso aconteceu conosco e vale a pena ser ressaltado, pois se partimos do pressuposto que as concepções têm origem nas interações sociais, essa informação se torna relevante. Encontramos numa revista religiosa para crianças, uma sessão sobre “ecologia” que possuía a seguinte citação: *“As árvores respiram como nós. Elas inspiram dióxido de carbono (que nós expiramos) e expiram o oxigênio (que nós inspiramos). Isto significa que há muito oxigênio no ar para os animais e as pessoas respirarem⁸.”* Nessa frase, além de

⁶ Novelli, L. *Ecologia em Quadrinhos*. São Paulo: Brasiliense, 1988

⁷ Souza, J., *Assim eu Aprendo Ciências*, Ed. do Brasil na Bahia, Salvador, s/d.

⁸ Revista Cristã, São Paulo, 1997.

percebermos a (des) informação errônea sobre a respiração, também podemos dizer que há o pragmatismo (a planta existe para produzir oxigênio) e o antropocentrismo (separa o homem do animal).

Trabalhando com adultos de um supletivo (Souza, 1995b), constatamos que mesmo depois de terem entrado em contato com os conceitos científicos em outras situações de aprendizagem, os estudantes apresentavam muitas concepções alternativas, inclusive as que haviam sido “aprendidas” (de forma equivocada) na escola primária ainda quando crianças. Por exemplo, a alternância (e não a simultaneidade) da respiração e da fotossíntese nos vegetais. Isso não seria tão grave se fossem casos isolados. Conforme depoimentos dos alunos do supletivo, várias concepções alternativas advinham de explicações dadas pelos professores. A tenacidade dessas concepções é tão marcante que repensando a nossa história como aluna, é possível ainda lembrar de situações de sala de aula com equívocos ensinados pelos professores ou pelos livros didáticos, que parecem permanecer durante muitos anos - a fotossíntese como respiração das plantas é um exemplo.

Também trabalhando com outros adultos, estudantes do terceiro ano de graduação em ciências biológicas, pudemos encontrar algumas concepções alternativas, como a que foi citada no parágrafo anterior com estudantes do supletivo.

Por exemplo, numa prova com a seguinte questão - *Em que ponto do aquário (num esquema) há reabastecimento do suprimento de oxigênio?*- obtivemos a seguinte resposta - *Durante uma parte do dia (a planta) vai respirar o gás carbônico e liberar o oxigênio e à noite vai respirar o oxigênio e expirar o gás carbônico* (grifos nossos). Pode-se perceber a confusão entre a alternância entre a fotossíntese e respiração; fotossíntese como se fosse a respiração no vegetal.

Com professores de ciências da rede estadual, num curso de formação continuada, ao trabalharmos o tema fotossíntese inúmeras dúvidas apareceram, entre elas: A função da clorofila é dar a cor verde às plantas (e não realizar a fotossíntese)?; As folhas são responsáveis pela fotossíntese (e não os cloroplastos)? A fotossíntese é a respiração das plantas?

Amorim & Braúna (1995) também relatam um trabalho com alunos de um curso de graduação em pedagogia, onde estudantes adultos apresentavam concepções

alternativas similares às de crianças. Com o objetivo de que os estudantes percebessem que alguns conceitos que possuíam, já teriam vigorado numa determinada época, podendo com isso redimensionar sua visão de ciência, utilizaram três experimentos contextualizando com as teorias vigentes na época (transmutação e flogisto).

No trabalho de Lumpe & Staver (1995), cuja investigação é a determinação do efeito da colaboração entre pares, além do exame das interações em grupos colaborativos no aprendizado de nutrição das plantas no ensino médio, pode-se perceber no referencial teórico uma mudança de enfoque dando ênfase às interações sociais. Para eles, *“aprendizagem não ocorre num vácuo”* (p.73) e salientam a Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky, um dos autores por eles utilizados.

Assim mesmo, esse trabalho não parece diferir de muitos trabalhos sobre mudança conceitual. É baseado no Photosynthesis Concept Test (PCT), desenvolvido pelo Institute for Research on Teaching (IRT, 1985) utilizado para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos (pré-teste) além de um pós-teste. Também baseiam-se em 10 objetivos (concepções cientificamente aceitas) sobre o fenômeno da fotossíntese, que o IRT formulou para serem alcançados. No trabalho podemos perceber análise estatística de dados quantitativos, além do uso de grupos controle e de tratamento.

Numa outra parte do trabalho há a análise de dados qualitativos, aparentemente tratados com bastante objetividade. Apesar da preocupação num trabalho que leve em conta as interações sociais, percebe-se apenas uma adequação para a busca coerente de concepções científicas “corretas”. Entre algumas conclusões mais relevantes estão: estudantes que trabalharam em grupo desenvolveram concepções mais cientificamente corretas sobre a nutrição de plantas, que os alunos que estudaram sozinhos porém quando acessadas individualmente, perceberam que nem todas as visões trabalhadas foram internalizadas pelos membros do grupo.

Segundo Holliday *et al.* (1994) associados recentemente à leitura, os trabalhos com concepções alternativas têm explorado epistemologias diferentes e estratégias instrucionais. Porém, os autores fazem uma crítica a descontextualização, pois consideram que aparentemente as pesquisas que envolvem estratégias de mudança conceitual vêm omitindo o contexto das raças, sexo, cultura e classes sociais dos sujeitos.

Silva (1997) também constatou em seu levantamento bibliográfico na área de ensino da física, que há uma preocupação muito grande das pesquisas com leitura nessa área, para promover a mudança conceitual e que poucos são os trabalhos que priorizam a produção de leitura levando-se em consideração o contexto desta em situações concretas de ensino. Geralmente os estudos analisam:

- que tipos de textos os estudantes preferem;
- que tipo de texto tem surgido como mais eficaz na aprendizagem de conteúdos de física a partir de uma determinada concepção de aprendizagem;
- o que os professores pensam sobre os livros-textos e sobre a leitura como estratégia de aprendizagem;
- que variáveis devem ser levadas em consideração na aprendizagem através da leitura;
- quais as estratégias de leitura a serem utilizadas em sala de aula, a partir de uma determinada perspectiva sobre os processos de ensino e de aprendizagem;
- além de análises de textos de física: suas estruturas lingüísticas, organização e construção de frases.

Nesse sentido, a existência de muitos trabalhos ligados a leitura visando a mudança conceitual parecem demonstrar que apesar dos meios se modificarem, o objetivo central continua sendo a mudança conceitual em ciências. Um exemplo disso, é o trabalho de Guzzetti *et al.* (1992) onde há uma revisão bibliográfica das principais estratégias de utilização de textos, analisando especificamente quatro delas presentes em 23 estudos, investigando se os textos podem efetivamente promover a mudança conceitual.

2.2 - NOVAS TENDÊNCIAS

Não há como negar a importância histórica das pesquisas com as concepções alternativas, para o ensino de ciências. Elas contribuíram sobremaneira para o entendimento das formas de pensar e da importância de levarmos em conta o aluno na construção do seu próprio conhecimento. Porém, tendências atuais têm mostrado que elas são limitrofes de algo muito mais amplo e complexo que envolve as relações do processo de aprendizagem, e não um paradigma da pesquisa no ensino de ciências como alguns pesquisadores cogitaram.

Uma das críticas mais prementes, no final da década de oitenta, foi o fato de se considerar que as idéias prévias dos alunos poderiam ser substituídas pelos conceitos científicos “corretos” *reforçando a noção do aluno como um cientista*, surgindo desta forma estratégias de ensino que objetivavam a mudança conceitual geralmente por conflito cognitivo (Mortimer, 1994). O enfoque então era para o processo individual de construção do conhecimento.

Já nos anos noventa, uma tendência no papel da linguagem no ensino de ciências se intensificou, sendo tema da produção de inúmeros trabalhos e uma proeminente área de pesquisa (O’Loughin, 1992; Lemke, 1993; Almeida, 1995; Kelly & Green, 1997; Mortimer *et al*, 1999; Kelly & Chen, 1999).

Um dos trabalhos mais importantes nessa linha, o qual influenciou outros posteriores nos Estados Unidos, sem dúvida é a pesquisa de Lemke (1993), que se utiliza de teorias da comunicação e pesquisa etnográfica entre outros referenciais, construindo sólidas bases para olharmos o ensino de ciências nessa perspectiva da linguagem (falada ou escrita na sala de aula de ciências).

No Brasil, alguns encontros sobre pesquisa, teoria e prática em ensino de ciências têm dado especial atenção ao papel da linguagem⁹, com a apresentação de trabalhos onde percebemos o enfoque para as questões relacionadas à construção coletiva de conhecimento, bem como as implicações teóricas e metodológicas além de perspectivas sócio-históricas na pesquisa e ensino de ciências hoje:

...”alguns desses trabalhos têm procurado incorporar a dimensão sócio-interacionista à análise do processo de ensino, destacando que a construção do conhecimento em sala de aula depende essencialmente de um processo de negociação social, em que os significados e a linguagem do professor vão sendo apropriados pelos alunos, na construção de um conhecimento compartilhado”¹⁰.

⁹ Para exemplificar podemos citar os encontros de “Linguagens, Leitura e Ensino da Ciência” no Congresso de Leitura (COLE - Unicamp, 1995, 1997 e 1999) e “Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o Ensino de Ciências” no Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, UFMG, 1997.

¹⁰ Apresentação publicada nos Anais do Encontro “Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o Ensino de Ciências”, sob a coordenação geral de E.F. Mortimer e A.L. Smolka, (UFMG, 1997, p.3).

Para confirmar essa tendência, também referenciamos o Journal of Research in Science Teaching (1994) o qual publicou uma edição intitulada “The Reading - Science Learning - Writing Connection”, especialmente dedicada ao estudo do papel da leitura e da escrita no ensino de ciências. Em seu editorial há um destaque para a importância das pesquisas nessa área, para podermos compreender como os estudantes interagem com a ciência retratada por textos, considerando “*não apenas a leitura e a aprendizagem de ciências, mas como as habilidades de linguagem em geral, e especialmente a escrita, influenciam na aprendizagem da ciência pelos alunos.*” (Good, 1994, p. 873).

Holliday *et al.* (1994) num excelente artigo sobre as conexões entre leitura e escrita, abordam entre outros assuntos **as rupturas, as barreiras e perspectivas** dentro dessa área. Entre a ruptura mais importante, os autores ressaltam a leitura no ensino de ciências, como um processo interativo-construtivo e a aprendizagem da leitura como algo mais do que respostas condicionadas e mecanicamente memorizadas. Quanto às barreiras, colocam como um entrave a falta de pesquisa na área; as poucas trocas entre professores e pesquisadores sobre leitura no ensino de ciências e a falta de critérios na seleção de livros textos. Quanto às perspectivas fazem uma revisão bibliográfica informando as principais tendências em relação aos leitores de ciências, como por exemplo, identificação dos tratos cognitivos, habilidades de leitura, formas de abordagens de textos, como fazer com que estudantes de ciências continuem ao longo de suas vidas desenvolvendo e refinando seu conhecimento sobre ciências, etc. Também consideram que os amplos aspectos (numéricos, culturais, artísticos, técnicos e científicos) que permeiam o desenvolvimento da capacidade de ler e escrever são em potencial, um promissor campo de pesquisa.

Entender os processos de ensino do fenômeno da fotossíntese, sob uma perspectiva da mediação da linguagem, é basicamente novo e é certamente um desafio pelas abordagens específicas que esse assunto tem recebido. Os trabalhos com as concepções alternativas parecem buscar geralmente uma ênfase na apropriação do conhecimento pelo aluno. Quando levamos em conta a mediação da linguagem, um longo percurso torna-se evidente bem como possam surgir outras formas de olhar o mesmo objeto de investigação, pois o enfoque se modifica à medida em que nossa ênfase aborda também

¹¹ Tradução nossa.

o contexto de construção desse conhecimento, levando-se em conta a história, o meio, as expectativas.

Portanto a proposta desta pesquisa avança no sentido da leitura poder ser um caminho não apenas na busca do conhecimento, mas também uma procura de novas formas de desenvolvimento de atitudes e habilidades dos alunos mesmo após o abandono da escola, principalmente privilegiando *“interações de natureza cultural descartando aquelas que tratam a cultura como um objeto a ser consumido”* (Almeida & Ricon, 1993, p. 8).

3 - REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Admitimos a importância do espaço escolar e com isso, buscamos elementos que priorizem ações e reflexões possíveis dentro do contexto escolar e não somente elucubrações teóricas, que nos remetam a simples espectadores, muitas vezes imobilizados pelas nossas próprias conclusões. Snyders (1988) traduz muito bem nossa concepção de escola e as nossas expectativas em relação ao papel que devemos desempenhar:

“A maior parte das crianças em situação de fracasso são as de classe popular e elas precisam ter prazer em estudar; do contrário, desistirão, abandonarão a Escola, se puderem. Se não puderem, continuarão, mas não aprenderão muito. Quanto mais os alunos enfrentam dificuldades - de ordem física e econômica - mais a Escola deve ser um local que lhes traga outras coisas. Essa alegria não pode ser uma alegria que os desvie da luta, mas eles precisam ter o estímulo do prazer. A alegria deve ser prioridade para aqueles que sofrem mais fora da Escola.” (p.164).

Partindo-se desse pressuposto, tentando alcançar possibilidades de trabalhos na escola pública atual, levando-se em conta todos os intervenientes que a atravessam nesse momento histórico, na atual conjuntura sócio-econômica-cultural optamos por um dos elementos fundamentais presentes atualmente no micro espaço da sala de aula - a leitura no ensino de ciências. Esta opção é resultado de trabalhos anteriores (Souza, 1995a, 1995b, Almeida & Souza, 1996), nos quais procuramos indicar alguns elementos presentes no ensino de adultos, cujas pesquisas nos apontaram alguns equívocos, nos permitiram a revisão de alguns limites, conseqüentemente nos ampliando algumas possibilidades de trabalho. Entre os resultados mais indagadores ficou a ambigüidade das relações dos alunos com os textos didáticos de ciências, enfatizando os aspectos ligados à leitura devido às diferentes formas de interpretação realizadas pelos alunos.

3.1 - METODOLOGIA DA PESQUISA

Para podermos, aprofundar essas questões acreditamos que a pesquisa qualitativa em educação pode nos auxiliar, na medida em que ela busca confrontar as evidências e as informações coletadas sobre o assunto abordado e o conhecimento teórico acumulado:

“Em geral, isso se faz a partir do estudo de um problema, que ao mesmo tempo desperta o interesse do pesquisador e limita sua atividade de pesquisa a uma determinada porção do saber, a qual ele se compromete a construir naquele momento” (Ludke & André, 1986 p. 12).

Além disso, não pretendemos apenas analisar o cotidiano escolar, mas sim, através de uma intervenção crítica, avançar na melhoria do ensino, influenciando esse cotidiano.

Para muitos, a noção de cotidiano não oferece nenhuma dificuldade, seu significado por si só é evidente. O cotidiano é considerado geralmente como aquilo que se pratica todos os dias. Porém, consideramos o conceito de cotidiano de outra maneira:

“aproximar-se da escola com a idéia de “vida cotidiana” significa algo mais que chegar e observar o que ocorre ali diariamente. Antes, é a orientação de uma certa busca e de uma interpretação daquilo que pode ser observado na escola” (Ezpeleta & Rockwell, 1989, p. 21).

Este estudo procura analisar o cotidiano escolar, dessa forma como o entendemos, tendo como enfoque a observação das formas de leitura dos alunos, envolvendo uma proposta de ensino que promova outras formas de utilização de textos, bem como outros conteúdos que possam contribuir na ampliação da construção de sentidos dos alunos para o mundo.

Como Pecheux afirma *“todo fato já é uma interpretação”* (1990, p.44). Até agora nos referimos somente aos leitores, professores, alunos... como interpretadores do mundo, porém não podemos deixar de dizer o mesmo dos pesquisadores. Também temos em mente alguém que tem uma história de vida, conhecimentos e expectativas, portanto interpreta a realidade e não simplesmente a reproduz. Dessa forma é importante relativizar a verdade da observação nos resultados, ou seja, *“atenuar a idéia de que a validade [da pesquisa] baseia-se no que **todo** observador vê, na simples reprodução, e acentuar a validade baseada nos acontecimentos que o observador poderia (ou não poderia ter visto)”* (Stake, 1983b, p.26, grifo do autor).

Da mesma forma isso também serve para o leitor deste texto que agora estamos escrevendo, *“a pesquisa qualitativa não fornece generalizações naturalistas, mas sim propicia ao leitor ou ao usuário chegar às suas próprias interpretações”* (Ibid, p.22).

Nessa citação fica explícito que para analisarmos os dados, de certa forma, buscamos um referencial coerente com nossos objetivos, visando a superação dos

obstáculos. Nesse caminho levando em consideração a multiplicidade de sentidos durante o processo de leitura, procuramos abordar diferentes autores que de certa forma e em diferentes campos da prática social, procurem levar em conta as diferentes interpretações, pois consideramos esse aspecto fundamental para este trabalho.

3.2 - CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO

Apesar de todo o comprometimento da escola com a sociedade capitalista, cujas conseqüências percebemos na injustiça e desigualdade, consideramos que com toda sua contraditoriedade a escola é um espaço possível de resistência, onde um trabalho mais crítico pode ser realizado. Para nós um dos objetivos da escola passa pela (in) formação cultural, a qual pode ser explicitada tanto em relação aos conhecimentos que o aluno se apropria, quanto às posições de sujeito que ele pode assumir filiando-se aos sentidos presentes, construindo dessa forma sentidos para olhar o mundo. Nossa preocupação e responsabilidade ficam ainda maiores, quando percebemos silêncios culturais presentes na escola e na sociedade, associado à velocidade alucinante que vem transformando o mundo com as novas tecnologias, tornando-se um bom prato para as pessoas digerirem sem muita reflexão sobre o seu papel na sociedade e suas atuações.

As significações que damos aos objetos olhar o mundo, irão influir sobremaneira na forma de pensar sobre o quê devemos ensinar aos nossos alunos. Mesmo com os “limites” que são impostos muitas vezes aos professores, relativos aos conteúdos a serem abordados (más condições de trabalho, associadas a má formação profissional), existe toda uma gama de influências externas de origem econômica, social e política que fazem parte desse universo chamado escola, as quais por sua vez influenciam o trabalho do professor.

Nesse sentido o conjunto de idéias que possui o professor sobre a vida de forma geral, normalmente está em consonância com os seus objetivos pedagógicos. E estes últimos conseqüentemente devem estar coerentes com suas ações. Mas ao mesmo tempo em que o pensamento remete à ação, não podemos deixar pouco claro a origem dessa forma de pensar do professor, ou seja, a interação com o meio. É um equívoco pensarmos que as nossas concepções sempre partem do nosso interior “psicológico”. Como nos esclarece

Bakhtin (1995) *“O centro organizador de toda a enunciação, de toda expressão, não é interior, mas exterior: está situado no meio social que envolve o indivíduo.”* (p. 121)

Estando imersos nesse meio social, fatalmente nossa forma de ação e nossa forma de pensar transformam-se num produto inacabado que vai sendo transmutado no decorrer de toda nossa vida. Ao nos depararmos com situações conflituosas em nosso dia-a-dia, por exemplo, muitas vezes precisamos nos filiar a algum sentido, levando-nos a uma prática diferente da que havíamos pensado.

Na escola, quando se pensa os objetivos de ensino de ciências, com certeza nos colocamos diante de uma situação conflituosa: “Para que ensinar ciências?” Porém muitas vezes, o que ocorre é um grande desconforto diante das péssimas condições de trabalho do professor, o qual pode simplesmente não ver problema algum nessa questão, pois no momento sua preocupação está voltada para outros problemas, como por exemplo sua sobrevivência. Mas quando ele reflete sua prática, muito do que ele acredita vem incrementar a resposta, ou melhor dizendo, sua ação.

Quase sempre está em jogo o respeito que o professor tem para com o aluno. Se ele tem consciência que à sua frente está um cidadão que tem direito a informações acumuladas há séculos pela história da humanidade e, quando esse cidadão consegue de alguma forma ampliar esses sentidos e intervir na história, mesmo que seja com uma pequena parcela de atitude, isso acaba sendo muito gratificante.

Quando nos referimos a esse sujeito temos em mente o aluno da escola pública, que vive imerso numa sociedade injusta e economicamente desigual, com avanços tecnológicos aos quais ele quase não tem acesso, normalmente com um sentido fotográfico, ou melhor dizendo, estático de nossa sociedade. Quando temos um espaço para refletir sobre a ciência, que a escola pode oferecer e oferece, o professor pode levar o aluno a ampliar esses sentidos, tornando-o mais crítico em relação ao espaço em que vive podendo inclusive intervir participando de resoluções políticas ligadas ou não à ciência.

A prática e a consciência constroem-se no meio social como já dissemos e quando a escola resgata direitos do aluno é possível acreditar nessa instituição mesmo com todos os seus limites. Valemo-nos dos referenciais teóricos encontrados em Giroux (1983) e Apple (1982, 1985) que nos remetem às considerações sobre o trabalho de resistência nas

escolas na busca de alternativas, além da discussão sobre os conteúdos críticos no ensino de ciências, abortados do processo histórico, nos textos didáticos. Ressaltamos aqui a Tradição Seletiva dos Conteúdos (Apple, 1982), cuja ênfase pauta-se nos porquês da exclusão dos conflitos existentes na história da ciência e da sociedade, restando ao aluno apenas um conteúdo árido, linear, supostamente neutro. Essa exclusão de conteúdos mais próximos às lutas sociais também fragmenta uma percepção mais totalizante sobre a ciência. Orlandi (1995) também contribui para essa crítica ao abordar os problemas das formas do silêncio revelando a incompletude e suas prováveis formas de dar sentido aos textos.

Lemke em seus trabalhos voltados principalmente para a construção social do conhecimento com ênfase na linguagem, possui uma visão bastante crítica do ensino de ciências, enfatizando que o contexto da ciência tal qual é usado diariamente por homens e mulheres de todas as raças e camadas sociais está perdido na sala de aula de ciências:

“Muitos estudantes, num curso de dez ou mais anos, o qual é chamado educação em ciência na escola, nunca encontra um cientista, nunca observa a ciência sendo feita num laboratório ou outro lugar de trabalho, nunca vê exemplos da “profissão científica” ou textos técnicos, nunca ouve a linguagem da ciência em uso pelas suas funções sociais normais, processos, práticas, realidades econômicas ou sociais da ciência como uma atividade humana” ! (Lemke, 1994).

Mesmo com os milhões de dólares investidos no ensino de ciências das escolas norte-americanas, essa crítica pode nos mostrar que a ausência de um trabalho mais voltado aos processos sociais e históricos, não é simplesmente uma questão econômica.

Com raras exceções, críticas semelhantes também cabem ao ensino de ciências no Brasil. Os estudantes têm contato com textos escritos pelos autores dos livros didáticos supostamente colocados na posição do cientista, além de propagandas e filmes que parecem mostrar uma ciência canônica feita por cérebros super humanos, gênios malucos, trancafiados em seus laboratórios com jalecos brancos, explodindo novas substâncias descobertas individualmente sem a ajuda de outros cientistas. Talvez pelo fato do processo ser silenciado, renunciando-se a ciência como construção humana, há uma fuga de sentidos dentro de ensino de ciências para uma ênfase na produção de sentidos congelados, imóveis.

Buscamos também em Vygotsky (1988, 1989, 1993) a abordagem de algumas características, quanto ao pensamento dos alunos, sempre relacionadas às formas

encontradas pelos alunos no ato de ler e seus resultados no ensino-aprendizagem durante a mediação da linguagem. Já com algumas evidências abordadas, destacamos aqui o aprofundamento do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), pois concordamos com Vygotsky quando ele acena para a possibilidade de avançarmos os processos de aprendizagem atuando no desenvolvimento da criança.

Em outras palavras:

“Aquilo que uma criança é capaz de fazer com a ajuda de alguém hoje, ela conseguirá fazer sozinha amanhã. É como se o processo de desenvolvimento progredisse mais lentamente que o processo de aprendizado; o aprendizado desperta processos de desenvolvimento que, aos poucos, vão tornar-se parte das funções psicológicas consolidadas do indivíduo”. (Oliveira, 1993, p.60) (grifo nosso).

Para muitos leitores dos trabalhos de Vygotsky, como não poderia deixar de ser, muitas interpretações têm sido feitas, constituindo um amplo leque de formas de olhar. Para esclarecermos melhor a que sentidos estamos nos referenciando buscamos em Góes (1993) uma discussão sobre qual é o significado de “ajuda” nesse contexto. Para a autora, o conceito de ZDP será menos útil se for tomado como uma mediação apenas harmoniosa, com um caráter pedagógico homogêneo.

Quando concordamos que a ZDP auxilia no desenvolvimento humano e seu estudo nos leva a modos pelos quais os conhecimentos são construídos, é preciso ter claro quais são essas relações, pois se pode incorrer numa generalização da palavra “ajuda”, como se a mediação do outro fosse sempre harmoniosa. Para tanto, gostaríamos de esclarecer que ao considerarmos as várias inter-relações pessoais, estamos olhando para estas tanto harmoniosamente, quanto de forma conflituosa.

Além disso, Vygotsky nos amplia o “olhar”, quando evidencia a importância da história em todos os seus aspectos. A história do indivíduo, da espécie humana, da sociedade, enfim a importância da história para entendermos o mundo, a escola e para nós mais especificamente o ensino/aprendizagem em ciências. Vygotsky nos mostra a relevância de pensarmos o momento em transformação que agora estamos vivenciando.

3.3 - CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA:

Como a pesquisa envolveu uma intervenção crítica com ênfase no ensino de ciências estávamos interessados em aprofundar um tema ou conteúdo específico que visasse uma transformação, cujo aspecto levou em conta a questão da interdisciplinaridade/disciplinaridade. Essa questão exigiu uma reflexão teórica, enfocando a relação dialética da ciência com a construção do saber.

Sendo a biologia uma área da ciência e apresentando-se com especificidades cada vez maiores, adquirir uma significação mais totalizante sobre Ciência num ensino voltado somente ao seu produto, praticamente órfão das ciências sociais, é algo muito complexo. Ainda mais quando admitimos uma ciência dialética e percebemos que ao mesmo tempo em que ela compõe o saber, ela também o especializa, pois o todo não é apenas a soma das partes (Jacob, 1983). Se por um lado a interdisciplinaridade vem muitas vezes como resposta a esses problemas relacionados à fragmentação do ensino de ciências, por outro a disciplinaridade é importante, pois é o ato de conhecer as partes (Kawamura, 1997).

Mas se cada novo campo da Ciência é um fragmento altamente especializado e se o aluno vê o mundo numa totalidade com os fenômenos acontecendo, como podemos transpor esse movimento entre a disciplinaridade e a interdisciplinaridade pensando no âmbito escolar?

Essa é uma questão complicada, pois a apropriação que o ensino de ciências faz da Ciência, muitas vezes reflete-se na especificidade de cada Ciência gerando uma fragmentação observada nos conteúdos específicos. Essa transposição também acaba acarretando uma certa confusão entre a ciência concebida não como uma construção humana, mas a ciência como o reflexo imediato da natureza ampliando-se portanto um tom de verdade definida e absoluta aos conhecimentos historicamente acumulados.

Já dissemos que consideramos a fotossíntese como um tema que transita pelas diferentes esferas do conhecimento humano e acreditamos que este tema nos auxilie na complexa busca da articulação entre a fragmentação e a totalidade, pois ao mesmo tempo em que é estudado na biologia, quando percebemos o vivo e suas manifestações, não podemos explicitá-lo sem o auxílio da química e da física, ao percebermos toda a interação com o meio.

Para nos auxiliar nessa discussão da visão dialética da ciência contamos com H. Lefebvre (1975) que esclarece que:

“ se o real está em movimento, então que o nosso pensamento se ponha em movimento e seja pensamento desse movimento. Se o real é contraditório, então que o pensamento seja pensamento consciente dessa contradição ” (p.74).

Em busca de uma concepção dialética da ciência, um dos caminhos a serem percorridos é certamente a nossa capacidade de repensar um ensino voltado para as contribuições da História da Ciência e da Epistemologia. Bachelard (1996) possui uma obra de extrema importância no campo das formas de pensamento dos alunos no ensino de ciências, sob uma perspectiva epistemológica chamada por ele de obstáculos epistemológicos, pois muitos deles apresentam semelhanças com equívocos clássicos na história da ciência.

Para esclarecer melhor o que são esses obstáculos sob o ponto de vista pedagógico, talvez possamos utilizar o sinônimo “entreve”, pois eles são considerados por Bachelard algo que causa estagnação, regressão, inércia em relação ao conhecimento novo. Propõe que estes devem ser rompidos, mas que isso só se consegue se eles estiverem em continuidade com o conhecimento dos alunos (continuidade e ruptura).

Dois autores fazem, ao nosso ver, abordagens muito interessantes de Bachelard. Santos (1991) em seu trabalho com alunos de nível fundamental, buscando formas de promover a mudança conceitual e Snyders (1978, 1988), que traz uma nova contribuição ao duplo conceito de continuidade e ruptura, com questões mais ligadas aos problemas sociais, por exemplo o preconceito, explicitando alguns procedimentos para superá-los.

Esse conceito é básico quando se procura saltos qualitativos no ensino, pois a partir dele podemos entender não só a forma de pensamento dos alunos, mas também a maneira como devemos proceder em sala de aula. Essas formas de pensar são muito particulares à medida em que vêm de indivíduos, mas ao mesmo tempo existe uma certa ordem, uma regularidade desses pensamentos, pois não se pode esquecer do meio social no qual estão imersos. Essas concepções que os alunos trazem muitas vezes se transformam em obstáculos à medida em que atrapalham uma visão mais crítica da realidade. É preciso

estar atento a estas resistências para se atingir os objetivos pretendidos no ensino de ciências.

Entendemos por continuidade e ruptura, a atenção que deve ser dada às informações trazidas pelos alunos de suas experiências de vida, explorando seus conhecimentos, ultrapassando-os de forma progressiva em relação ao conhecimento científico, procurando fazer com que os alunos passem a observar sob nova ótica, o mundo que os rodeia. A ruptura desses obstáculos não é algo fácil, e quem sabe possível em alguns casos, mas a sua reflexão e nossa (pré) ocupação sobre eles, pode-nos levar a um ensino de boa qualidade, apesar das dificuldades encontradas.

É bom esclarecer que não estaremos interpretando “*ruptura*” como sinônimo de “*destruição*” desses obstáculos, ou ainda, a *destruição* desses conhecimentos “mal” estabelecidos, pois consideramos que os conhecimentos alternativos que as pessoas constroem sob o mundo concreto vivenciando sua própria história, serão incorporados ao conhecimento novo, conforme afirma Vygotsky (1993), relacionando-se dialeticamente, e não propriamente sendo destruídos.

Na verdade as concepções alternativas convivem com os conceitos científicos relacionando-se e influenciando-se constantemente. As primeiras, segundo Vygotsky desenvolvem-se de forma ascendente, ou seja, ao forçar sua trajetória abre caminho para um conceito científico, criando a estrutura necessária para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito dando-lhe corpo e vitalidade. O segundo, os conceitos científicos, são do tipo descendente, pois envolvem desde o início uma atitude “mediada” em relação ao seu objeto, porém ele também pode desenvolver-se para um nível mais elementar e concreto, formando estruturas para o desenvolvimento de conceitos “espontâneos”. Em toda a sua complexidade, a formação dos conceitos não é linear, ela “*surge com o movimento do pensamento dentro da pirâmide dos conceitos, constantemente oscilando em duas direções, do particular para o geral do geral para o particular*”. (Vygotsky, 1993, p. 70)

Conforme a classificação de Bachelard (1996), baseada em alguns dos obstáculos epistemológicos, ressaltamos: *a experiência primeira, o conhecimento geral, o obstáculo verbal, o conhecimento pragmático e o obstáculo animista.*

A experiência primeira: nesse obstáculo epistemológico observa-se a experiência situada acima da crítica, que capta o imediato, concreto e fácil, situada historicamente pelo autor como o período pré-científico (séculos XVII e XVIII). Bachelard cita exemplos nesse período, onde experiências eram demonstradas ao público como espetáculos de curiosidades. Sua crítica é contundente ao empirismo, pois considera que o conhecimento é trocado pela admiração e as idéias pelas imagens “*Não é preciso compreendê-lo basta vê-lo*” (p.37)... “*Em vez do essencial, acentua-se o lado pitoresco*” (p.43). Suas observações ultrapassam a história da ciência, penetrando nos muros da escola. “*Interroguei muitas pessoas sobre suas recordações escolares. Pelo menos a metade lembrava-se da explosão em aula de química. Quase sempre as causas estavam esquecidas, mas todos se lembravam da “cara” do professor, do susto e um colega tímido.*” (p.49). Os experimentos de laboratório muito vivos e pitorescos, segundo Bachelard, desviam a atenção do aluno para aspectos de falso interesse, deixando de lado a informação pretendida. O resultado disso, é uma ênfase demasiada na ação e menos na reflexão do fenômeno.

O conhecimento geral: a definição para esse obstáculo é como o conhecimento vago imobiliza o pensamento, fornecendo respostas demasiado vagas, fixas, seguras e gerais a qualquer questionamento. Segundo Bachelard, o desdém pelo pormenor, pelo detalhe, pela precisão, “*mostram com clareza que o pensamento pré-científico fechou-se no conhecimento geral e aí quer permanecer*” (p.79) , impedindo pesquisas mais fecundas e não suscitando nenhum problema bem definido. Essa forma de pensar gera uma imobilidade do pensamento. Podemos citar como exemplo, a história da construção do fenômeno da fotossíntese, cujo avanço considerável se deu somente há cerca de 300 anos. Até então um pensamento imobilizante perdurava, sendo praticamente um conhecimento inquestionável pela sua obviedade. Segundo Aristóteles (335 a.C.), os vegetais se alimentavam diretamente do solo. Somente no século XVII, quando van Helmont levantou a hipótese de que a planta se desenvolvia somente com água, é que iniciou-se uma

investigação sobre o fenômeno da fotossíntese¹². No entanto é bom ressaltar que outros fatores devem ser levados em conta, por exemplo, a proibição pela Inquisição de pesquisas onde houvesse manipulação de ervas, trazendo um grande atraso para a área de botânica. Portanto não se trata de conhecimento científico neutro, é preciso levar em conta os aspectos históricos relacionados à sociedade. Se a ciência é uma construção humana, essa construção está sujeita ao contexto em que ela está inserida.

Segundo Santos (1991) é possível perceber essa questão no contexto da sala de aula, quando um aluno considera que já sabe determinado tema ficando com a impressão de tudo conhecer sobre ele: *“os alunos pensam que a respiração é uma troca gasosa que se limita ao nível dos pulmões ou que as plantas recebem os alimentos prontos através de suas raízes”* (p.139).

Um outro exemplo, que observamos no ensino de ciências, é como os alunos entendem as trocas gasosas nas folhas como um tipo de respiração do vegetal semelhante aos pulmões dos animais vertebrados.

O obstáculo verbal: para Bachelard, este é uma falsa explicação obtida à custa de uma palavra explicativa. É quando uma única imagem, ou até uma única palavra, constitui toda uma explicação, caracterizando como obstáculo epistemológico, hábitos da linguagem verbal. O autor se reporta ao uso da palavra “esponja”, colocando fartos exemplos de sua utilização no período pré-científico.

Santos (1991) também coloca alguns exemplos do obstáculo verbal que merecem nossa atenção, esclarecendo que num contexto de sala de aula, o professor pode fazer uso de palavras que funcionam como mitos substanciais para o inconsciente científico, como é o caso das palavras digestão e alimentação. Expressões como *“o fogo come o ar”*, *“os aparelhos elétricos são alimentados pela eletricidade”* ou *“o oxigênio alimenta as combustões”* (p.141).

Um exemplo constatado por nós em trabalhos anteriores foi a colocação de palavras pelos professores de ciências, quando explicam determinados fenômenos. Eles se

¹² Apesar da água ter um papel vital no desenvolvimento das plantas, van Helmont equivocou-se ao concluir que a matéria vegetal teria sido proveniente unicamente da água, não levando em conta o papel dos gases na atmosfera, porém houve um salto em relação ao que se pensava dando origem a uma nova fase no estudo da fotossíntese.

utilizam de uma linguagem metafórica que pode muitas vezes transformar o conceito em elemento observável. Essa linguagem ao invés de permitir rupturas com as concepções alternativas dos alunos acaba gerando um obstáculo ainda maior. Podemos citar como exemplo a acentuação dos sentidos antropomórficos que traz o aluno, quando os professores ou mesmo os livros didáticos utilizam frases como - “o solo alimenta as plantas”. Nesse caso a palavra alimento desvia todo um sentido do fenômeno fotossíntese, dificultando a compreensão de síntese de alimentos.

O que esse obstáculo nos esclarece é que é preciso atentar para as formas de linguagem e questionarmos o uso abusivo de metáforas, que se por um lado podem ajudar a esclarecer certos fenômenos, por outro, se não levarmos em conta as histórias de vida do aluno, seu conhecimento atual e suas expectativas futuras, podem interpretar essas metáforas de diferentes formas, desprezando o novo conhecimento. Outro exemplo de obstáculo verbal pode ser observado no supletivo, em adultos que quando crianças aprenderam erroneamente *que a fotossíntese se realiza durante o dia e a respiração nos vegetais só ocorre à noite*, contrariando a ocorrência dos dois fenômenos que é simultânea, ao voltarem à escola continuam a carregar essa concepção dificilmente a superando.

O conhecimento pragmático: pode ser entendido pelo caráter utilitário de um certo fenômeno. Segundo Bachelard (1996) *“a própria utilidade fornece uma espécie de indução muito especial que poderia ser chamada de indução utilitária. Ela leva a generalizações exageradas”* (p. 113-114). Essa indução utilitária foi considerada pelo autor como um obstáculo no período pré-científico, pois não avança o conhecimento científico, onde todas as dificuldades se resolvem diante de uma concepção geral de mundo.

Santos (1991) cita exemplos relativos desses obstáculos em sala de aula: *“a fotossíntese é a função que purifica o ar que nós respiramos”* ou *“o ar é o sopro da vida”* (p.143). Para a autora é o adulto que normalmente reforça tais representações nas crianças, pois quando estas perguntam sobre os vários fenômenos da natureza, principalmente na idade dos “porquês”, quase sempre a resposta vem atravessada de uma concepção pragmática da natureza.

Podemos perceber o antropocentrismo arraigado nessas concepções, pois o fenômeno da fotossíntese acaba sendo centrado numa perspectiva humana. Essa perspectiva é muito antiga:

“a velha ordenação de Aristóteles, a diferença evidente pela qual os seres vivos se distinguem dos minerais e de que só a alma pode dar conta. Entre os seres vivos, pode-se separar as plantas, os animais e o homem e, suas diferentes qualidades correspondem aos diferentes tipos de alma a eles atribuídos por Deus (...) Para explicar a formação de um ser, é preciso cada vez recorrer à ação de Deus ou de seus delegados.” (Jacob, 1983, p. 29).

Também já constatamos que esse obstáculo está presente em explicações das mais variadas e representa um retrocesso na medida em que a explicação de uma causa, muitas vezes ingênua satisfaz a dúvida. Por exemplo, quando ouvimos dos alunos, “que a clorofila presente nos vegetais serve para dar a cor verde às plantas”, pode-se observar a explicação superficial para um fenômeno - é como se a clorofila existisse somente com a finalidade de dar a cor verde aos vegetais.

O obstáculo animista: traduz-se numa tendência para, animar ou atribuir vida a objetos inanimados. Bachelard (1996) cita em um dos exemplos, o uso do microscópio inicialmente, somente para examinar os vegetais e animais, raramente para examinar os minerais. Porém quando isso acontecia, logo se estabelecia uma estranha recíproca: *“se o microscópio revela uma estrutura num mineral, essa estrutura - para o espírito pré-científico - é indício de vida mais ou menos obscura, mais ou menos lenta, adormecida ou latente”* (p. 197). A teoria da geração espontânea é um bom exemplo do animismo nesse período. E dentro do contexto da sala de aula, este obstáculo está presente quando os alunos apresentam algumas idéias de geração espontânea quando sugerem o “aparecimento” literalmente falando, de lombrigas no intestino, ou de larvas na goiaba ou de bolores em alimentos.

Para Jacob (1983), o animismo da idade clássica valoriza o ser vivo, que *“é sempre um pouco embebido de magia. É acompanhado por um tipo de fetichismo. Todas as forças da natureza existem nele. A matéria tem no ser vivo propriedades verdadeiramente milagrosas.”*(p. 42, 43).

Santos (1991) enfatiza na educação em ciências, um exemplo da flutuação dos corpos, onde os estudantes notam a resistência, mas a atribuem ao pedaço de *madeira* “*que não quer ir ao fundo*” (p.143).

Como exemplo podemos também citar uma prática de laboratório num supletivo, a qual um copo cheio de água é mantido virado para baixo por alguns segundos apenas com uma folha de papel, através da pressão atmosférica. Quando perguntamos ao aluno sobre o que pode estar acontecendo ele diz que é a água que “suga ou segura” o papel.

Podemos citar também o mecanicismo a partir de Newton (séc. XVII) que deu ao homem uma representação sobre os seres vivos, como se fossem máquinas, pois estavam sujeitos às mesmas leis da natureza. Apesar de contrária à concepção animista, pois nesse caso os seres vivos seriam semelhantes às máquinas há uma reciprocidade dialética de representações - se os seres vivos são máquinas, as máquinas são seres vivos.

Podemos perceber que com um objetivo didático para explicar o funcionamento do corpo, os professores também fazem essa analogia, enfatizando o movimento nos seres vivos, o que pode contribuir para esse sentido animista das coisas inanimadas. Para os alunos que chegam à escola a diferenciação do ser vivo e do não vivo baseia-se no movimento (animais se movimentam) e na forma (acarretando dificuldades na diferenciação entre o vegetal e animal, por exemplo, quando consideram a anêmona do mar uma flor).

Poderíamos então dizer que todos os obstáculos propostos por Bachelard podem ser considerados verbais?

Acreditamos que por fazer parte do humano, a ciência está historicamente presente imersa na linguagem. Por outro lado, não podemos considerar esta última como uma superestrutura. Concordamos com Bakhtin (1995), quando discute que apesar da linguagem não ser uma superestrutura, por exemplo, como é a ideologia, também “*não é assimilável a um instrumento de produção*” e define “*a língua como a expressão das relações e lutas sociais, veiculando e sofrendo o efeito desta luta, servindo, ao mesmo tempo, de instrumento e de material*” (p. 17).

Dessa forma, consideramos que os cinco obstáculos epistemológicos citados contribuem para nosso referencial teórico, pois ajudam-nos a tentar entender algumas formas do pensar e os significados que as pessoas podem dar ao explicar o mundo.

Porém também consideramos que além desses obstáculos pautados geralmente em experiências perceptivas das formas de entender o mundo, vários são efeitos discursivos em sala de aula e acabam sendo parte da incompletude que é própria da língua.

Em quase todos os obstáculos é nítida a importância da mediação da linguagem no ensino de ciências. Mesmo nas atividades experimentais, que são importantes na internalização de princípios científicos, há necessidade de se construir com palavras o significado dessas experiências (Candella, 1996). Portanto entender esses processos de mediação da linguagem é fundamental para entendermos o funcionamento da linguagem no ensino de ciências.

3.4 - QUESTÕES DE LEITURA

Este estudo baseou-se em alguns resultados de nossas pesquisas anteriores (Souza, 1995a, 1995b; Almeida & Souza, 1996), que evidenciaram o processo de interação durante a leitura entre sujeito-texto no ensino de ciências.

Pudemos encontrar indícios dessas formas observando a relação de alunos com textos didáticos (módulos) de origem comportamentalista, utilizados num tipo de ensino individualizado, basicamente pautado na leitura. Nesse trabalho percebemos que uma das maiores preocupações dos professores era o fato de exigir de adultos afastados há vários anos da escola, uma grande quantidade de leitura “solitária” de textos de qualidade extremamente duvidosa (conteúdos nem sempre relevantes para os estudantes, geralmente fragmentados e apresentados de forma bastante abstrata), pudesse ser um fator que favorecesse novamente a sua exclusão da escola.

Apesar dessas críticas constatamos que mesmo com a precariedade do material didático, os alunos interagiam com os textos de diversas formas. Muitas vezes traziam questões relevantes que demonstravam avanços na interação com o conhecimento. Para citar um exemplo, quando uma aluna estudava individualmente um módulo, cujo conteúdo (o Ar - propriedades, composição, utilização...) se pautava numa sequência tradicional,

presente na maioria dos livros didáticos de ciências, com ênfase na abordagem física dos fenômenos com pequenas e esparsas citações históricas, surgiram dúvidas, cuja curiosidade levou-a a tomar a iniciativa de escrevê-las e inquirir o professor:

“1 - Foram construídos dois hemisférios de meio metro de diâmetro, adaptados um ao outro, eles formaram uma esfera oca, perfeitamente fechada, juntou os hemisférios e extraiu o ar da esfera. Como esse ar foi extraído?

2 - Se a pressão atmosférica foi demonstrada pela primeira vez em 1854 por Otto Von Guericke, como o barômetro aparelho usado para medir o mesmo foi construído em 1643, por Torricelli?

3 - Como interpretar expressões como 1 cm/Hg?

4 - O que são: sifão, pipetas, altímetros?” (Souza, 1995a, p 103).

Como se pode perceber, a aluna levantou dúvidas variadas em relação a informações incompletas presentes nos módulos, como por exemplo, na questão quatro quando ela questiona o significado de algumas palavras presentes no texto, além de apontar uma aparente contradição na questão dois.

Esse e outros exemplos muitas vezes observados sob a forma de dúvidas orais, nos demonstraram que os alunos, durante a leitura dos módulos, apresentavam inúmeras interpretações sobre a leitura. Expectativas eram geradas, dúvidas e curiosidades levantadas, preconceitos e conceitos eram formados, enfim diversas eram as formas de olhar o mesmo conteúdo.

Além dessas interpretações perante o conhecimento específico do ensino de ciências, o objetivo dos alunos em relação a essa leitura era bem diferente. O “para quê estudar ciências?” estava implícito em suas ações durante a leitura dos textos e ao longo do curso esses objetivos ou posturas, muitas vezes mudavam de direção. Para exemplificar melhor, buscaremos em Geraldi (1984) uma sistematização relacionada às diferentes posturas que geralmente aparecem perante a leitura de um texto, no contexto da sala de aula: a busca de informações, o estudo do texto, o texto-pretexto e a fruição do texto. É interessante ressaltar que o autor coloca problemas em relação à leitura dos textos, cuja simulação segundo ele, apresenta-se com maior vigor na disciplina de Língua Portuguesa, pois considera que para outras disciplinas do currículo “*está um pouco mais claro o para-que extrair as informações X e Y do texto, ainda que tenha sido autoritária e*

artificialmente imposta pelo processo escolar (a avaliação por exemplo)” (Geraldi, 1984, p. 27).

Para os alunos de ciências, talvez uma das posturas mais comuns seja a busca de informações. Geralmente a leitura dos textos, tem o intuito de extrair informações que lhes serão úteis durante as provas, portanto nesse momento, recursos como a memorização são amplamente utilizados. A avaliação aparece como peça fundamental, permeando atitudes, desenvolvendo habilidades e conseqüentemente construindo ou não conhecimentos.

Porém essas atitudes perante o texto, não ficam estagnadas e muitas vezes acontecem mudanças na forma de olhar os seus próprios objetivos. Surgem questionamentos próprios em relação aos motivos da volta à escola, no caso dos adultos no supletivo, aliados às suas novas experiências, que dão novos significados ao seu cotidiano. Muitas vezes percebemos que a relação com o texto pode modificar-se, objetivando-se por exemplo, o estudo do texto, ou seja, quando o aluno também busca mais informações, porém não somente com o objetivo de fazer provas, mas muito mais desvendar o seu cotidiano. Essa forma de evolução da postura da leitura pode ainda fluir para outro patamar. Também percebemos claramente que há fruição no ato de ler o texto, quando os alunos relatam o prazer em aprender, buscando uma maior compreensão do mundo que vivem. Também foi possível observar que alguns dos textos didáticos serviam como textos-pretextos quando os alunos se remetiam a outros textos que lhes chamavam a atenção, aprofundando conhecimentos e acessando novos discursos. Como afirma Orlandi (1998) sobre a intertextualidade, as palavras “conversam” com as outras, ou seja, a leitura de um texto nos remete a outros textos.

Perante um mesmo texto pudemos observar essas relações entre aluno e texto de formas bem diferenciadas. Isso sem contar as interpretações que fizeram os professores dos mesmos textos, cujas ações culminaram na abordagem de outros conteúdos principalmente os com enfoques sociais, silenciados no texto original e enfatizados posteriormente no trabalho pedagógico dos professores (Souza, 1996).

Apesar de todas as críticas em relação à qualidade do material, referentes à sua fragmentação e atemporalidade, ocasionando uma superficialidade no trato dos conteúdos,

ficamos surpresos enquanto professores, quando ouvimos de vários alunos “Parece que os módulos conversam com a gente, deixa tudo explicado é gostoso de ler.” ou falas relacionadas ao seu crescimento pessoal “*o supletivo cria individualidade, a gente passa a se considerar um ser humano, uma pessoa*” (Souza, 1995b, p. 81).

Ora, se pessoas que estão afastadas da escola, muitas vezes por mais de trinta anos relatam que sentem prazer em aprender e que estão resgatando sua cidadania, apesar do material utilizado, fica claro que é preciso aprofundar as análises dos textos de ensino de ciências e investigar as relações dos alunos com a leitura. Ainda mais se levarmos em conta que não há uma cristalização de sentidos, dessa forma negando uma concepção da linguagem como um instrumento de comunicação linear, apesar de toda a objetividade que perpassa a ciência atual, da qual se apropria o ensino de ciências.

Considerando a predominância da leitura no todo do trabalho também nos servimos das idéias de Pecheux (1990, 1993) e Orlandi (1984, 1988, 1998), nas quais a leitura é considerada como um processo de atribuição de sentidos, o que implica em determinadas convicções: quem lê (os sujeitos-leitores, suas histórias de vida e de leituras), o que lêem (os textos, conteúdos e seus significados sociais), onde se dá a leitura (ações e representações dentro de um espaço institucionalizado, o local social de quem lê), como se lê (práticas específicas de abordagens do texto) e para que se lê levando-se em conta a indução e as expectativas da leitura, dentro da sala de aula e fora dela. De uma forma geral, essas idéias baseiam-se na busca da determinação das condições de produção dos textos e os efeitos de sentidos produzidos (quem diz, para quem, onde e quando). Além disso, como se trata de uma disciplina oferecida na escola, na disciplina ciências está em jogo também o “o que se diz”, ou seja, o que é dito ou não na aula de ciências, já que para a análise do discurso não há separação entre a forma e o conteúdo.

Para essa linha de análise do discurso, o que funciona no discurso não é apenas o locutor empírico (Orlandi, 1996a), ou seja, a situação física do aluno e do professor na sala de aula de uma escola, mas sim as projeções, pressupostos, concepções, expectativas entre tantas outras formações das posições do sujeito quando se leva em conta às formações imaginárias assim constituídas, extremamente importantes a quem pretende investigar o uso da linguagem na escola. Por exemplo: o autor do livro pode falar na posição do cientista e

também ser lido como se fosse dito pelo próprio cientista. Além disso, leva-se em conta a estruturação do texto e seus mecanismos de argumentação. Nesse caminho, acreditamos que a aquisição do conhecimento, habilidades e atitudes dos envolvidos na escola dependem das condições de produção da linguagem em relação à história de leitura e de vida, dos conhecimentos atuais e das expectativas de cada um. Dessa forma, negamos um sentido para a linguagem como um instrumento de comunicação linear, apesar do controle de sentidos presentes em sala de aula, por exemplo, na leitura de um texto. Como Orlandi (1996a) considera, não há numa cristalização de sentidos, pois apesar das mesmas palavras, múltiplas e variadas são as formas de leitura. Os sentidos não estão colados às palavras.

Eis um dos problemas do ensino de ciências, só que com um agravante: - existe espaço para a possibilidade de interpretações diferentes, se a ciência (da qual o ensino de ciências se apropria) possui como eixo, dados da realidade explicitamente colocados como verdades? Não é muito difícil sentir essa concepção de ciência na mídia, por exemplo: estamos cansados de ver na TV propagandas que enfatizam o uso da ciência para “deixar a roupa mais branca ou a casa sem micróbios”. Até a linguagem é modificada em função de “novas descobertas”. Aquela ao se distanciar do saber comum, atinge um grau de credibilidade e confiabilidade científica. Essa vulgarização do discurso científico só vem completar o quadro do mito da ciência como verdade, onde a informação não atinge o público leigo e também não satisfaz os pesquisadores da ciência (Authier, 1982).

Dentro da epistemologia citamos Chalmers (1993) que vem desfazer a ilusão dessa “imagem” de ciência tão divulgada nos meios de comunicação, na escola e por que não dizer pelos próprios cientistas? O autor coloca com muita clareza a subjetividade do observador e o algo mais além da imagem em sua retina.

Se os sentidos são em função da inscrição de formas capazes de jogo na história e na posição do aluno, enquanto sujeito ativo na interpretação, então a produção dos sentidos é diferente. Conforme nos esclarece Orlandi (1995):

“o espaço da interpretação, é o espaço do possível, da falha, do efeito metafórico, do equivoco, em suma: do trabalho da história e do significante, em outras palavras, do trabalho do sujeito.” (p. 12).

Nesse esforço voltado para as mudanças na escola, rechaçamos uma concepção mecanicista de língua, a qual não podemos concebê-la apenas como um instrumento de comunicação. Entender esses processos é algo importante, mas não é o bastante nesse momento atual na educação em ciências. É preciso além do entendimento dos processos, viabilizar propostas que signifiquem e indiquem caminhos a serem perseguidos na real melhoria do ensino público. Como já dissemos nosso trabalho não se pauta apenas na determinação dessas condições, mas ressaltamos a possibilidade de intervenção na construção da história de leitura e do conhecimento científico do aluno, pois acreditamos que a leitura é possível de ser trabalhada em sala de aula. Para tanto construímos uma proposta para um tema específico - fotossíntese, cuja aplicação objetivou entendermos as interações ocorridas entre professor-aluno-textos de ciências buscando novas formas de apropriação do conhecimento pelo aluno.

No próximo capítulo, analisamos apenas os livros utilizados em três oitavas séries de uma das escolas pesquisadas.

Procuramos enfocar a forma de abordagem do fenômeno da fotossíntese, onde ele estava presente, quais as informações que o livro trazia, etc. Observamos uma sequência de conteúdos tradicionais, ou seja *grosso modo*, na 5ª. série “água, ar e solo”, na 6ª. série “os seres vivos”, na 7ª. “o corpo humano” e na 8ª. “química e física”. Explicitamos com detalhes as análises, das quais foram construídos instrumentos de análise que visam um olhar diferenciado aos livros.

4 - PRESSUPOSTOS E INTERVENIENTES DAS POSSÍVEIS LEITURAS DE TEXTOS DIDÁTICOS

Entender o funcionamento dos textos didáticos exige que se leve em conta os vários aspectos embutidos nas relações e interações mediacionais entre o professor/aluno/livro.

Em essência os livros são os verdadeiros parâmetros curriculares. Essa problemática não é exclusiva do Brasil. Apple & Oliver (1995) ressaltam que “*o livro didático continua ainda sendo a definição dominante do currículo nas escolas.*” Colocam ainda que normalmente se concebe o livro como um ponto de partida, mas que nos Estados Unidos isso não ocorre pois os professores o usam como artefato fundamental na sala de aula. Com isso o livro didático fornece um ponto de apoio ideal para revelar a dinâmica que está por trás das políticas culturais de educação e dos movimentos sociais que as formam e que são por ele formados (p. 284).

Entre as muitas críticas feitas aos livros didáticos nas últimas décadas, podemos ressaltar: conteúdos fragmentados e errôneos, exercícios que exigem memorização, sem relação com a história da ciência ou da sociedade, contendo silêncios e uma notável tradição seletiva dos conteúdos abortando os conflitos populares, enfatizando heróis, processando um currículo-oculto, cuja mensagem subliminar acaba expulsando o estudante que não encontra identificação nesse tipo de educação.

Em análise sobre os livros didáticos de ciências no Brasil, Bizzo (1994) aponta que os erros, exageros e mau gosto encontrados nos livros didáticos não podem ser identificados pela imprensa como o bode expiatório das precariedades da realidade educacional brasileira como aconteceu recentemente:

“Apontamos três características básicas, cuja manutenção pode ser incentivada decisivamente pelos livros didáticos usados pelo professor:

- A opinião do aluno sobre os fenômenos naturais é considerada irrelevante no contexto da sala de aula.*
- A forma de enunciar determinado princípio (modelo explicativo) é considerada mais importante que o conhecimento dos fenômenos aos quais ele se aplica.*
- As contradições entre o conhecimento científico e o universo cultural do aluno são mediadas através da hierarquização do conhecimento, colocando-se o científico acima do cultural.”*

Apesar da última proposta curricular trazer enfaticamente a participação do aluno como agente de construção de seu próprio conhecimento e de um número grande de pesquisas relativas aos livros didáticos, poucas das críticas levantadas têm se prestado à melhoria efetiva do ensino. Erros e preconceitos (Mohr, 1994), a homogeneização dos conteúdos no Brasil de tantas diversidades (Fracalanza, 1992), a distância entre a universidade e a escola pública (Delizoicov, 1995) entre outros, são apontados como alguns problemas pertinentes, que a maioria das editoras responsáveis pela elaboração dos livros, não levam em conta.

Além disso, um ensino pautado somente em modelos únicos, dando preferência a teorias isoladas, torna difícil o acesso ao conhecimento do fenômeno, pois corre-se o risco de pensar que podemos abrir mão da teoria e que somente com definições isoladas do contexto é possível acessar esse conhecimento. Em outras palavras, o fenômeno é uma construção teórica, portanto não é possível acessá-lo sem a teoria.

Apesar de todas essas críticas extensivas aos livros didáticos, atualmente eles são os verdadeiros parâmetros curriculares, consequência de uma série de problemas relacionados principalmente, às condições sócio-históricas em que reside o trabalho pedagógico em ciências. Portanto, a situação não seria tão dramática se a qualidade dos livros didáticos não estivesse associada à má formação dos professores. Sem uma formação sólida e sem oportunidade para se aperfeiçoar, o professor acaba usando o livro como uma muleta, mesmo sabendo de algumas críticas pertinentes num discurso chavão sobre os livros didáticos.

Com esse quadro em que o professor de ciências se depara com conteúdos que ele nunca estudou em seu curso de graduação, os livros didáticos acabam sendo os grandes vilões (ou tábua de salvação?) que determinam os conteúdos, a metodologia e até mesmo a avaliação que o professor utiliza, aliados à sua péssima remuneração. Dessa forma, o professor passa de orientador numa situação “ideal”, à de interpretador da voz do autor do livro, com todas as concepções que norteiam a cabeça de um escritor que geralmente não produz a ciência, imerso em todas as variáveis que atravessam as políticas das editoras dos livros. Em consequência disso, muitas vezes a leitura em sala de aula é pautada na

autoridade que o professor impõe com a avaliação, extremamente autoritária e diretiva reproduzindo o modelo de leitura do professor, infelizmente às custas da capacidade de reflexão e interpretação feitas pelo aluno

Por outro lado, devido ao baixo poder aquisitivo da maioria dos brasileiros somado a alta evasão dos estudantes, o livro didático talvez represente um dos únicos textos com que muitas pessoas interagem ao longo de suas vidas. Por exemplo, através de uma de nossas pesquisas constatamos que, apesar da precariedade dos textos didáticos utilizados num supletivo, os alunos interagiam com os textos de diversas formas, apresentando diversas interpretações, sistematizando conhecimentos, quebrando um cotidiano alienado. Muitas vezes traziam questões relevantes que demonstram avanços na interação com o conhecimento, cuja percepção de nossa parte, pautou-se num indício do trabalho pedagógico a ser pensado e praticado. Esses indícios podem ser aqui exemplificados pelo menos em parte, quando um dos alunos formulou questões muito relevantes, que dão uma idéia de dúvidas que podem surgir de um texto didático aparentemente pouco produtivo:

"Se uma cobra não venenosa se alimenta de outra venenosa, como fica a sua situação em relação a outra devorada?" (já que a venenosa possui o veneno, a outra poderia ser envenenada).

"Se a vacina é fabricada para proteção contra microorganismos porque a mesma contém microorganismos?" (concepção de que todo microorganismo faz mal à saúde, idéia muito comum entre os alunos) (Almeida & Souza, 1996, p. 10).

Também percebemos que era variável a forma de apropriação do conhecimento: as soluções em relação a textos que os alunos apresentavam dificuldades, as técnicas desenvolvidas por eles, os conteúdos mais prazerosos, os locais sociais que interferiam na leitura.

Esse dado aponta para uma perspectiva em relação a diferentes formas de apropriação do conhecimento por parte do aluno mesmo que seja pelo tão criticado livro didático, comumente visto com restrições pela maioria dos educadores. Dessa forma, acreditamos que a escola possa contribuir para a filiação de sentidos nas posições-de-sujeito dos indivíduos. Utilizamos o verbo "contribuir", pois não acreditamos que exista

um mecanismo tão poderoso a ponto de não conseguirmos criar resistências. Concordamos com Apple e Oliver (1995) quando colocam que:

“Isso não significa dizer que cada pessoa tem “liberdade de ação”, que as pessoas “livremente escolhem” entrar para a direita (ou outra coisa qualquer), num vácuo. Na verdade, o que ocorre é exatamente o oposto. A acentuada predominância de posições conservadoras numa gama ampla de temas, que envolvem educação, economia, sexualidade, saúde, “inteligência” e assim por diante, nos meios de comunicação e nas discussões públicas, significa que as pessoas...vivem num mundo onde os discursos de direita circulam constantemente. É, atualmente, bastante difícil não ouvir tais interpretações. É mais difícil ainda ouvir posições contrárias a elas. Entretanto, há múltiplas maneiras pelas quais tais discursos podem ser ouvidos ou lidos. A aceitação é apenas uma delas.” (p.300).

Múltiplas são as formas de ver, dizer, pensar, conceber, formular, conceituar ou de compreender determinada situação. A aprendizagem depende de percepções, de interações com os objetos e de formas de interpretações. Infelizmente os professores têm expectativas em relação à utilização de novas técnicas de ensino, que viabilizem os objetivos que têm em mente, normalmente não refletidos teoricamente e relacionados ao ensino de conteúdos preestabelecidos pelos Livros Didáticos. Como não há uma receita mágica, pois o problema não está apenas na utilização de novas técnicas, uma percepção mais crítica do seu próprio trabalho fica muitas vezes difícil de ser alcançada.

Com certeza o livro é um dos fatores que corroboram na precária situação educacional brasileira, mas não se resume a todos os males. A partir do momento que adotamos uma postura em que o educando tem suas próprias concepções, porém estas não são individuais, pois são construídas socialmente, será incoerente imaginarmos que ao fazer suas leituras, possa interpretá-las da mesma forma que esperamos, como se os sentidos estivessem colados às palavras e tivessem apenas um sentido único e verdadeiro.

4.1 - AS CONDIÇÕES DE PRODUÇÃO, A FORMA E O CONTEÚDO

Em virtude do desenvolvimento do Projeto denominado Programa Especial FAPESP-Ensino Público, junto ao Departamento de Metodologia da Faculdade de Educação da Unicamp, mais especificamente do sub-projeto “Conhecimento nas Ciências Naturais: Ações Culturais”, convivemos intensamente junto a duas professoras, de duas escolas públicas que atuavam junto a quatro salas de oitavas séries durante o ano de 1997.

Participamos de reuniões semanais junto aos professores, onde grande parte do trabalho docente era planejada e avaliada, além de discussão e aprofundamento tanto de conhecimentos mais específicos dos conteúdos de ensino, quanto sobre pesquisa em ensino. Também estivemos presentes algumas vezes nessas aulas e em algumas atividades extra-classe, observando o andamento dos trabalhos dentro dos objetivos do Projeto Fapesp, procurando conhecer o contexto da aplicação da proposta de ensino.

Uma das professoras de uma das escolas lecionava em três das oitavas séries pesquisadas e utilizava livros didáticos fornecidos pelo Ministério de Educação e Cultura. Também foram analisados os livros das outras séries (5^a, 6^a, 7^a) dos mesmos autores, perfazendo um total de oito livros, pois buscávamos possíveis leituras já realizadas pelos alunos na escola sobre fotossíntese. Os livros são recicláveis, ou seja, os mesmos livros são utilizados ao longo de vários anos, por diferentes alunos na mesma escola.

Com critérios por nós ignorados, os livros foram escolhidos por outros professores em anos anteriores, já que a professora participante do projeto até então, não havia lecionado em oitavas séries. Os livros em questão são: do autor Daniel Cruz¹³ (utilizado na 8^a B) e Marques & Porto¹⁴ (utilizado nas 8^{as} A e C). Esses livros foram utilizados pela professora durante o ano letivo de 1997.

Segundo dados analisados, coletados de um questionário feito pela mesma professora, percebemos que as turmas na escola foram escolhidas (pelo menos em 1997), através de critérios de “competência” e disciplina dos alunos, ou seja, havia uma centralização numa das 8^{as} séries (8^a A) para alunos que apresentavam notas maiores em séries anteriores e que não tinham nenhuma reprovação durante esses anos de escolaridade, enquanto que na 8^a C havia uma aglomeração oposta aos da 8^a A, ou seja, eram alunos considerados mais “problemáticos”, de idade um pouco mais avançada, com um currículo recheado de reprovações e desistências. A 8^a B era considerada uma classe intermediária.

Apesar disso, aparentemente não houve uma discriminação na escolha dos livros para as turmas consideradas “melhor” e “pior”, pois era o mesmo livro para a 8^a A e para a 8^a C.

¹³ Cruz, D. **Ciências e Educação Ambiental** São Paulo: Ed. Ática, 1996.

¹⁴ Marques, J. L. & Porto, D. P. **Ciências**. São Paulo: Ed. Scipione, 1995.

É bom lembrar que os referidos livros, segundo dados de 1996 do Ministério da Educação, encontram-se entre os seis mais adotados no país. Os conteúdos que trazem esses livros (na 8ª série) são provenientes das áreas de química e física, pois nesta escola era trabalhada uma sequência tradicional de conteúdos, como ocorre em muitas outras escolas e oposta à que propõe a Proposta Curricular de Ciências do Estado de São Paulo, a qual prioriza um currículo interdisciplinar dos conteúdos de ciências.

4.2- OBSERVANDO O SUBTEMA FOTOSSÍNTESE - ALGUMAS LEITURAS POSSÍVEIS

A análise do discurso amplia a capacidade de compreensão do funcionamento da linguagem, busca compreender como o material produz sentidos. Um dos caminhos é uma análise da materialidade dos textos, buscando sentidos não apenas no que se diz, mas também no como se diz, o que não é dito e para quem é dito.

Para Orlandi (1996c):

“ler é saber que o sentido é outro...entender o funcionamento do texto enquanto objeto simbólico é entender o funcionamento da ideologia, vendo em todo texto a presença de um outro texto necessariamente excluído dele mas que o constitui...mesmo quando há interdição de interpretação, há espaço de trabalho do sujeito e da história na relação com os sentidos.”
(p. 138)

A autora discute o conceito de legibilidade (O que é e o que torna um texto legível? Legível para quem?) levantando dois aspectos - as condições de produção do texto e os efeitos de sentidos produzidos - que podem nos auxiliar no entendimento das possíveis leituras dos alunos e professores, buscando variações que por si só, não são absolutas, mas que indicam elementos que podem determinar, pelo menos em parte, a previsibilidade dessas leituras.

Também nos pautamos nas análises dos livros didáticos de ciências feitas por Bizzo (1994), nas quais há um destaque não somente para os erros conceituais, mas também uma preocupação com a adequação pedagógica, a partir de cinco referências básicas:

- **Adequação dos conteúdos**
- **Atividades propostas**

- **Integração entre temas nos capítulos**

- **Valorização de experiência de vida do aluno**
- **Referências bibliográficas, citações e sugestão de leituras**

Como nos pautamos na fotossíntese para olhar os oito livros, esses aspectos foram abordados de forma homogênea, sem a separação acima, pois o fio condutor era a fotossíntese, porém é possível observar algumas das referências citadas em vários momentos. Numa primeira parte procuramos fazer uma descrição dos livros. No item posterior, fizemos as análises propriamente ditas. Nessa segunda parte, encontramos algumas evidências dos obstáculos epistemológicos de Bachelard, que demonstram como a valorização da experiência de vida dos alunos não é levada em conta pelos autores dos livros. Em ambas as partes, pretendíamos ter uma idéia das possíveis interpretações sobre o fenômeno pelos alunos e professores, ou seja, algumas das possíveis produções dessas leituras.

Apesar dos livros didáticos das séries escolhidas para esta pesquisa (8^{as} séries) abordarem sucintamente a questão da fotossíntese, ou mesmo não abordarem, levamos em consideração a possibilidade de que os alunos já haviam entrado em contato com este tema em outras séries, portanto fizemos um levantamento dos momentos em que a fotossíntese aparece nos livros adotados pela escola, ou seja, nos livros da 5^a, 6^a, 7^a e obviamente da 8^a série.

De uma forma geral, os autores dos livros em questão, diferem pouco na abordagem dos conhecimentos científicos, principalmente no que se refere quanto ao grau de aprofundamento. *Grosso modo*, parece haver uma maior profundidade no trato dos conteúdos nos livros de Cruz, (que inclusive apresenta um maior número de páginas), pois além de informações que estão diretamente relacionadas aos assuntos abordados, aparecem regularmente outras informações em quadros destacados. Por exemplo, quando fala da função das folhas (6^a série, p. 135), separa num quadro colorido a informação de que as algas são as produtoras da maior parte do oxigênio da Terra, coisa que não encontramos no livro de Marques & Porto.

No livro de Cruz, alguns problemas já aparecem logo na apresentação com a seguinte informação errônea logo no início do parágrafo: *“Biodiversidade quer dizer variedade de formas de vida - animal e vegetal”* - esta afirmação está incorreta e incompleta, pois não existem apenas essas formas de vida apontadas por ele, não mencionando os outros reinos, tais como: Monera, Fungi e Protozoa. Esta apresentação, que é a mesma nos quatro volumes para as quatro séries, é dirigida aos alunos: *“Você irá percebendo...nosso objetivo é que você participe...bom estudo...”*

Na apresentação do livro de Marques&Porto (que também é igual em todos os fascículos) apesar do livro ser de uso pessoal do aluno, ela é dirigida aos professores: ... *“foi de capacitar o aluno...estimulamos a criatividade do educando...os temas desenvolvidos abordam o dia a dia do aluno...o aluno é instigado a pensar...”* ; utilizando chavões do tipo: *“fazendo-o entender que o conhecimento científico não é um produto acabado e inquestionável”* *“os temas desenvolvidos abordam o dia-a-dia do aluno”* *“capacitar o aluno a perceber e criticar as questões ambientais e sociais a ele ligadas ”*

É interessante ressaltar, que a linguagem é dirigida ao professor-consumidor do livro, provavelmente por ser ele quem decide qual livro a escola deverá comprar. Dessa forma, logo na introdução já podemos perceber um menosprezo ao pensamento dos alunos. A conquista ao mercado é direta aos professores, ou seja, direta aos interlocutores, pois o aluno, nesse caso, acaba sendo considerado apenas um “leitor” passivo, um receptor de informações.

Para podermos entender melhor faremos a seguir uma descrição de algumas partes dos textos didáticos que dizem respeito à fotossíntese, que como já dissemos optamos neste trabalho e estamos considerando que supostamente foram lidos pelos alunos ao longo de sua permanência na escola.

4.2.1 - 8ª SÉRIE - QUÍMICA E FÍSICA -

Os dois livros não se diferenciam da sequência de conteúdos apresentada tradicionalmente no ensino médio. É como se fossem extraídos de livros do segundo grau, porém de forma bastante simplificada.

Nos dois livros a sequência é praticamente a mesma: dois blocos, dos quais primeiro vem a química (matéria, classificação dos elementos químicos, ligações e reações químicas, funções químicas). Em segundo lugar, o bloco de física (movimento e força, trabalho e energia, calor e som, luz e sistemas ópticos, eletricidade e magnetismo).

É interessante notar, a ênfase nas duas ciências somente na 8ª série, sendo que nas outras séries não há um “batismo” formal quando se trata de conteúdos de biologia, por exemplo, quando se estuda o corpo humano na 7ª série ou os seres vivos na 6ª, não há menção de que se trata do estudo da biologia.

Marques & Porto (151 páginas)

No capítulo dois sobre energia, apenas uma frase sobre fontes de energia explicando sucintamente a dispersão e aproveitamento da energia solar, cita a fotossíntese - *“...Parte dessa energia que chega ao nosso planeta é refletida, parte aquece sua superfície e a atmosfera, determinando o clima, e uma pequena parte é aproveitada na fotossíntese”*, além de um esquema (sem legenda), quantificando em porcentagem a dispersão e absorção da energia solar. Não há nenhuma explicação sobre o fenômeno da fotossíntese (é como se os alunos já soubessem) e também não há referência sobre a fotossíntese nos capítulos sobre a luz ou sobre as reações químicas.

Cruz (247 páginas)

Algumas variações podem ser observadas no livro de Cruz, além da sequência mencionada anteriormente. Ele introduz outros conteúdos: dois capítulos relacionando a química e a física ao meio ambiente no final de cada tópico, além de um encarte sobre a história da ciência (entre a abordagem da química e da física). Em um momento há a presença de uma citação sobre a fotossíntese, de forma apenas ilustrativa. Por exemplo, no capítulo a “Física e o meio ambiente”, quando fala das formas indiretas de energia solar,

aborda a Energia da biomassa colocando que “... através da fotossíntese, a energia solar é transformada em energia química, com a conseqüente formação dos vegetais.” (p. 246).

Além disso, o capítulo “As leis químicas” traz um quadro que ocupa mais da metade da folha, com o título “*Primeiras experiências sobre misturas e combinações*”, do qual traz Joseph Priestley como o responsável pela descoberta da existência do oxigênio e da importância das plantas para a manutenção da vida animal.

“...Um ano depois teve a idéia de manter um camundongo no oxigênio, verificando como era fácil a respiração na presença desse gás. Também é de Priestley a observação de que as plantas eliminam oxigênio quando iluminadas pelo sol e que esse fenômeno é responsável pela manutenção da vida animal. Nos cem anos seguintes, constatou-se que o reino animal não teria existido se as plantas não produzissem oxigênio”. Outros cientistas ligados ao conhecimento do fenômeno da fotossíntese não foram citados.

No encarte “*História da Ciência- do Renascimento à Era do Computador*” (p. 107), o autor traz Priestley novamente, reforçando a questão da descoberta do oxigênio.

Como a maioria dos livros didáticos que trabalham, ou melhor, tentam abordar a “História da Ciência”, pode-se observar nitidamente a ausência de uma história com conflitos, problemas sociais ou erros durante a construção de determinada teoria ao longo dos anos que o homem vem construindo a ciência. Somente datas, heróis descobridores de importantes conhecimentos, gênios, seres iluminados são lembrados. Dificilmente pode se concluir desse material a ciência como uma construção social, sujeita a erros que podem ser percebidos a qualquer momento, quem sabe num futuro próximo, pelos próprios alunos que estão lendo aquele material.

4.2.2 - 7ª SÉRIE - O CORPO HUMANO -

Marques & Porto (191 páginas)

Como há uma introdução sobre “as células”, no primeiro capítulo (p. 12) existem esquemas exemplificando a célula vegetal e animal. Num parágrafo há uma pequena explicação sobre a função dos cloroplastos.

Daniel Cruz (192 páginas + atlas corpo humano 24 páginas)

Apesar das relações entre respiração e alimentação estarem estritamente ligadas ao processo de fotossíntese, não há nenhuma menção ao fenômeno.

4.2.3 - 6ª SÉRIE - OS SERES VIVOS

Marques & Porto (176 páginas)

No capítulo dois da primeira unidade sobre a “Diversidade dos seres vivos”, há uma menção sobre o reino **Plantae** como organismos que produzem seu próprio alimento (p.13).

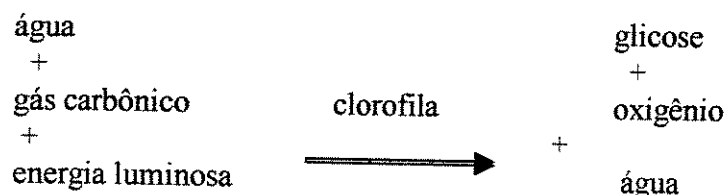
No capítulo três da unidade quatro deste livro (p. 129), há definições sobre as funções das folhas (fotossíntese, respiração, transpiração, sudação).

Junto às explicações “rápidas” (quatro parágrafos) sobre a fotossíntese, destacamos a ausência de qualquer menção sobre os cloroplastos ou sobre células, no todo do livro. Da forma colocada é como se a fotossíntese fosse feita somente pela folha, esquecendo-se que em outras partes verdes como o caule, também pode ocorrer o processo. Também se tem a impressão de que as plantas a que as autoras se referem são terrestres, não mencionando as algas - maiores produtoras de oxigênio do planeta. Há uma generalização quando coloca que “*só as plantas clorofiladas realizam a fotossíntese*”, esquecendo-se de outros seres vivos que também a realizam e não fazem parte do reino **Plantae**.

Pode-se observar um esquema com o desenho de uma planta com setas vermelhas da energia do sol e o gás carbônico em direção à planta, além de uma seta azul do solo para a planta representando a água. Das setas opostas apenas uma sai (azul) representando o oxigênio. Apesar do texto explicitar também a produção da água e da glicose no processo da fotossíntese no esquema isso não aparece. Também não aparece nesse esquema qualquer referência sobre a respiração do vegetal. No entanto, na página posterior há uma explicação sobre a respiração das plantas, colocada como uma das funções da folha (p. 130). Essa divisão além de fragmentar os dois processos, que estão intimamente relacionados, pois os produtos de um são os reagentes do outro e vice-versa, traz uma informação errônea ao colocar trocas gasosas que a folha realiza com o nome de

respiração confundindo o leitor que vê nessas trocas gasosas (que acontecem nos dois processos - fotossíntese e respiração) semelhanças tão grandes acabando provavelmente por confundi-los.

Há também uma equação sobre a fotossíntese (sem os elementos químicos apenas os nomes), colocando a energia luminosa como reagente químico:



Por último há uma sessão do livro (p. 129) chamada “Faça e Aprenda”. Nela há uma atividade com a planta *Elodea*, para o aluno observar a produção de oxigênio, composta de:

Material necessário;

Procedimento;

Observação e

Interpretação.

Nessas duas últimas etapas, as autoras observam e interpretam para os alunos, dando-lhes as respostas de forma bem objetiva. Também está implícito na sequência dessas passagens uma eficácia quanto ao método científico, no qual a realização de experimentos depende de etapas cumpridas (algo semelhante a uma receita de bolo), onde os resultados serão facilmente alcançados.

Também chamou nossa atenção um destaque numa página posterior (p.131) numa sessão chamada “*Lembre-se ... As plantas respiram dia e noite. Pela respiração, absorvem oxigênio e gás carbônico*”. Parece haver um reforço para o que as autoras consideraram importante.

Cruz (208 páginas + atlas 32 páginas)

Este autor logo no primeiro capítulo, faz referência à fotossíntese quando aborda a célula vegetal enfatizando a função de cada componente celular, inclusive dos

cloroplastos, sem citar a palavra fotossíntese: “a clorofila permite que a célula vegetal produza seu próprio alimento a partir da energia do Sol.” (p.7).

Na página 38 há a exposição dos reinos dos seres vivos, onde aparece sucintamente pela primeira vez, a palavra fotossíntese: “... este reino é constituído **por todos** os seres capazes de produzir seu próprio alimento, ou seja, a fotossíntese...”[grifos nossos]. Apesar do “por todos” na frase, nessa mesma página, logo abaixo é apontado em outro reino (protistas), outros seres que também são capazes de produzir seu próprio alimento, ainda esquecendo-se do Reino Monera, o qual possui indivíduos que também realizam a fotossíntese.

Na página 156, quando aborda as funções da folha, a fotossíntese novamente é enfocada com um pouco mais de profundidade. O primeiro enfoque é para a respiração enfatizando que os vegetais respiram tanto durante o dia, como à noite. Traz um esquema complicado para explicar a respiração utilizando-se de modelos de átomos.

Quanto à fotossíntese, há uma página de texto intercalado com um esquema colorido sobre o fenômeno, semelhante aos das autoras citadas anteriormente, ou seja, setas coloridas em direção à planta: gás carbônico + a sua fórmula química, energia solar e água + sais minerais, além de uma seta que sai oxigênio e sua fórmula química. Há uma pequena explicação sobre seiva elaborada e bruta, e também uma alusão à produção de oxigênio pelas algas marinhas e não somente pelas plantas terrestres. Além disso, coloca que a fotossíntese também pode ser feita por outras partes verdes do vegetal, como nos caules do espinafre, por exemplo.

Novamente aparece em uma sessão “Vamos Pensar”, o pedido de que os alunos respondam, entre outras questões “Que relação existe entre a fotossíntese e a respiração das plantas?” (p. 158), provavelmente numa tentativa de reforçar o que já foi dito anteriormente.

Atividades práticas não apareceram em nenhuma das partes mencionadas.

4.2.4 - 5ª SÉRIE - O AMBIENTE

Marques & Porto (159 páginas)

Nos livros observados nessa série também aparece a fotossíntese de forma bastante sucinta. Por exemplo, quando traz no capítulo seis, o assunto “O ar que nos envolve” há uma questão no corpo do texto “*Se existem milhões de plantas e animais respirando o tempo todo, sem parar, como é que o oxigênio não acaba e a quantidade de gás carbônico não aumenta?*” (grifos nossos p. 115) Logo em seguida vem a resposta “O oxigênio não acaba porque as plantas, além de respirar, realizam um processo, a fotossíntese”. (p. 115) Não há nenhuma menção sobre a quantidade de gás carbônico, que vem aumentando na atmosfera terrestre provocando o efeito estufa!

Há uma pequena referência à produção de alimento, pois o enfoque que é dado pelas autoras nesse momento é a existência dos gases.

Cruz (200 páginas)

Nesse fascículo várias vezes aparece a fotossíntese. Primeiramente como característica dos produtores na cadeia alimentar: “*A couve e a alface são vegetais. Elas fabricam seu próprio alimento usando a luz do Sol, a água e os sais minerais do solo*”. (p. 6). O autor esquece qualquer referência ao gás carbônico nessa frase, logo em seguida ele generaliza colocando o ar (p. 8): “*Como já foi visto, usando a luz do Sol, o ar, a água e os sais minerais, os vegetais verdes são capazes de produzir seu próprio alimento*” (grifo nosso). Esquecendo de que o ar é uma mistura de gases, em sua maior porção composta pelo nitrogênio, além de oxigênio, gás carbônico e outros gases raros.

Também nesse mesmo capítulo, não há nenhuma relação da fotossíntese com a produção de oxigênio, pois o autor está preocupado em enfatizar a cadeia alimentar.

Porém na página 58, no capítulo sobre “o ar”, a ênfase vai no sentido contrário: “*o gás carbônico é vital para as plantas*”. Além disso, há várias definições relacionadas à fotossíntese, com maior ênfase na produção de gases. Ao final é proposta uma atividade prática que já dá o resultado, a qual solicita ao aluno que sopre através de um canudo, em uma mistura de água e cal, para verificar que é o gás carbônico que expelimos durante a

respiração, ou seja, o fato da água de cal ficar turva “comprova” que existe gás carbônico no ar.

4.3 - RELAÇÃO ENTRE O DITO E O NÃO DITO E OS MÚLTIPLOS EFEITOS DE SENTIDOS

Nesta etapa, são apresentados aspectos fundamentais que analisamos relativos à estrutura do texto e aos conteúdos de ensino em relação a algumas características como a carga ideológica, o envolvimento dos conteúdos no contexto sócio/cultural, suas intertextualidades, e os sentidos possíveis que sua leitura pode permitir. Além dos conteúdos errôneos pretendemos observar as contradições entre os objetivos e conteúdos propostos pelo autor; concepções embutidas que permeiam o texto, os silêncios.

Enfim pretendemos de forma geral abordar algumas *condições e conseqüências* dos textos didáticos. Como condições entendemos o que estaria materializado nos textos e como conseqüência o resultado dessa materialização quando o sujeito (professor/aluno) lê o texto, já que entendemos que o sentido não está colado ao texto e sim que o sentido depende do leitor, cuja história, conhecimentos e perspectivas influem sobremaneira nessa leitura. Mas as condições e conseqüências não estão num sentido linear. Quando as observamos podemos vê-las em *contínuos* que se inter-relacionam, ou seja, não concordamos que haja um só sentido.

Candella (1997) expressa bem essa forma dialética de olhar, quando observa em sala de aula que as interações entre professores e alunos, podem transformar uma atividade demonstrativa, numa resolução de problemas, bem como uma resolução de problemas em atividades demonstrativas, dependendo da mediação entre a leitura do texto didático, o professor e o aluno. Estamos considerando que elas podem assumir duplos papéis e ainda relacionar-se entre si mesmas.

Na construção de um instrumento de análise dos discursos de ensino de ciências, levantamos os seguintes pressupostos:

CONDIÇÕES

Pessoal/Impessoal

Completude/Incompletude

Opcional/Obrigatório

Proposto/Pressuposto

CONSEQUÊNCIAS

Linguagem comum/Linguagem científica

Profundo/Superficial

Oculto/Transparente

Localizado no tempo/Atemporal

4.3.1 - A forma pessoal/impessoal da linguagem comum/científica ligada à concepção de ciência

Estamos chamando de forma pessoal, aquela em que o autor do livro se dirige ao leitor de um modo mais próximo, próxima à linguagem oral. É possível observar nos livros didáticos, palavras e frases, que de certa forma aproximam e revelam uma maior intimidade entre as duas partes. Elas geralmente estão presentes na apresentação do livro, em alguns títulos dos capítulos (“*Nosso* organismo hoje”), em alguns inícios dos capítulos (“Como *você* sabe...”), ou no final deles, mas raramente no “recheio do texto”. É como se ao falar do conhecimento científico e para se conseguir legitimidade precisasse de uma forma impessoal, onde autor e leitor desaparecessem. Ao trazer informações sobre os diversos conteúdos da disciplina a linguagem utilizada é mais estilizada e geralmente tratada com bastante formalidade.

Muitas vezes ao pedir algo ao leitor, Cruz utiliza a linguagem informal, na primeira pessoa do plural, estabelecendo uma espécie de diálogo junto aos alunos. Por exemplo, nas expressões “Vamos pensar”, “Vamos fazer”, “Vamos recordar”, parece haver uma tentativa de trabalho coletivo.

Já as autoras do outro livro (Marques & Porto) parecem ter optado por uma atitude mais autoritária, quando vemos “Pense e responda”, “Lembre-se”, “Faça e aprenda” ao utilizar verbos no imperativo. Bachelard (1996) já apontava isso:

“ Passadas as primeiras páginas, já não resta lugar para o senso comum; nem se ouvem as perguntas do leitor. Amigo leitor será substituído pela severa advertência: preste atenção, aluno! O livro formula suas próprias perguntas. O livro comanda”. (p.31)

A **forma impessoal da linguagem científica** presente nos livros, produzida por um certo autor segundo suas concepções, mas que se mostra ausente e impessoal, colabora ainda mais para um sentido de ciência neutra, ocultando uma caracterização histórica e social do autor. Essa forma é utilizada em grande parte dos livros analisados. Parece existir uma preocupação dos autores quanto à ênfase na linguagem científica, supostamente identificada como atributo de “verdade”.

Palavras como “*se deve*”, “*se torna*”, “*atinge*”, “*passa*” podem representar a suposta neutralidade do discurso científico, sem nenhuma intervenção humana. É como se o mundo falasse dele mesmo, o sujeito se apaga, está ausente (Authier, 1982).

Por se situarem no mesmo local as formas pessoal e impessoal, geralmente aparecem em momentos diferentes e geram algumas possíveis leituras. É comum vermos a primeira ligada a uma solicitação aos alunos, do tipo tentando resgatar conhecimentos que eles já têm ou orientando para a realização de algum exercício, sendo geralmente agradável aos alunos. A segunda é uma forma mais “séria”, geralmente apresentada quando o autor faz menção a um novo conteúdo a ser abordado.

Dessa forma, muitas vezes é introduzida uma linguagem aparentemente fácil, objetiva, mas que na verdade passa a ser um obstáculo pela distância localizada do dia-a-dia do aluno. Ainda com a agravante de que as palavras próprias da biologia, oriundas quase sempre do latim e do grego, possuem significados dentro delas mesmas. (Por exemplo, quando nos referimos à forma de movimentação de algumas células - os pseudópodes - onde “pseudo” significa falso e “podes”, pés ou patas). Em consequência disto, muitas palavras são novas e completamente estranhas aos ouvidos dos alunos, que quase sempre têm que memorizá-las sem entender seu significado.

Através dessa linguagem impessoal, há grande ênfase na tendência metodológica de um ensino que enfoca a reprodução do conhecimento, como o objetivo principal da escola. Em outras palavras, ao associarmos essa visão de ciência objetiva ao ensino de ciências, enfatizando-a e legitimando-a como o único conhecimento, estaremos cada vez mais próximos a um tipo de concepção de ciência que vê o conhecimento pronto, acabado e inquestionável, muito aquém tanto em relação aos objetivos do ensino de ciências, onde se utiliza o chavão “*despertar o senso crítico*”, quanto ao cotidiano das pessoas que a todo momento presenciam inovações propostas pela ciência.

Então o que se pode dizer da concepção de ciência que traz o material didático, perante a transformação da subjetividade em algo empírico e de quase uma unanimidade da importância da objetividade da ciência, mesmo dentro da comunidade científica?

Sem dúvida, há ainda uma maior legitimação dessa objetividade e de toda carga de sentidos que acompanha essa forma de olhar a ciência.

A subjetividade torna-se quase que um luxo, é rara, ao mesmo tempo, que é um lixo, é desprezível, pois não tem valor pelo fato de não poder ser detectada pelos sentidos. A falsa transparência do texto encobre certamente os buracos enormes das relações existentes entre a ciência e a sociedade. Essa transparência envernizada recobre a falsa impressão de um texto completo.

Para concluir, esse contínuo tem relações com a neutralidade do discurso científico que é apropriado pelo ensino de ciências. É como se o distanciamento do leitor com algo humano, o autor ou o cientista, legitimasse ainda mais a ciência dos livros didáticos.

4.3.2 - A completude/incompletude do texto superficial/profundo

Quando um autor escreve um texto existe uma expectativa do seu futuro leitor, no caso do livro didático professor e aluno. Como esses textos sobre o conhecimento científico, elaborados para o ensino de ciências são bastante simplificados, podemos inferir, por exemplo, a gama de problemas relacionados à formação do professor, consumidores do livro didático e a expectativa das editoras em vender o produto para esse professor-consumidor.

Numa tentativa de colocar “todos” os conteúdos tradicionalmente trabalhados no Brasil, é feito praticamente um grande resumo dos conteúdos das três disciplinas - química, física e biologia, resultando numa grande simplificação, que enfatiza os conceitos em detrimento da construção da teoria, não levando em conta o que pensam os alunos hierarquizando o conhecimento científico, como um conhecimento privilegiado.

Então em essência dentro de toda essa simplificação e conseqüente superficialidade, temos textos que se revestem de uma suposta facilidade e provoca uma sensação de completude e de dever cumprido.

Porém, traz silenciada toda a história dos processos do conhecimento científico e sua complexidade acaba vindo à tona, quando esse “resumo” recheado de definições torna difícil o acesso à teoria, muitas vezes limitando-se a apenas para o aluno num processo de memorização sem sentido.

Por exemplo, ao se dar ênfase a definições e classificações, como por exemplo, "quais são as partes de uma flor", e não considerar as funções e o seu funcionamento, deixa-se de lado conteúdos quase sempre mais relevantes. No caso da fotossíntese, o fenômeno é utilizado somente para exemplificar e justificar a presença dos componentes do ar ou a função da folha. O mesmo pode ser dito, quando os alunos aprendem as funções dos sistemas que formam o corpo humano. Normalmente não fica a idéia de que os sistemas são interligados, ou seja, o aparelho respiratório serve para trocar o gás carbônico pelo oxigênio, que será levado pelo aparelho circulatório, através do sangue impulsionado pelo coração, até as células. Não abordando o tema na forma de processo, geralmente o aluno fica com a idéia de que os sistemas têm funções distintas e não se relacionam.

Além disso, se pensarmos como as formas de silêncio dos aspectos políticos e históricos vêm se instaurando, numa tradição seletiva dos conteúdos e como esses conteúdos se apresentam com um "verniz" de completude, podemos perceber a fragmentação ainda mais acentuada da ciência nesses materiais.

Partimos do pressuposto que o texto é sempre incompleto e portanto há sempre sentidos a dizer. Mesmo num material didático considerado de ótima qualidade para os padrões educacionais mais exigentes, é preciso levar em conta que o texto é e sempre será incompleto, pois o texto é produzido no momento da leitura dos sujeitos, na interação sujeito-texto e ele está relacionado a outros discursos (intertextualidade).

Essa interação entre sujeito e texto não é estanque, pois depende da história, expectativas, conhecimentos naquele determinado momento histórico. Quantas vezes relendo textos que já havíamos lido, não "observamos" outras coisas que até então não havíamos notado? Como o sujeito está em movimento na história o sentido nunca é completo, pois sempre há sentidos a dizer.

Então os sentidos que determinado sujeito produz num determinado momento estão relacionados com outros sentidos que muitas vezes **ele conhece, outras ele não conhece e ainda outras que ele des-conhece**, ou seja, tem um efeito imaginário sobre ele, mas que naquele momento ele ignora esse efeito e tem a sensação do já sabido, pois faz uma conexão que pensa que conhece. Esses efeitos - paráfrase e polissemia - assim nomeados pela Análise do Discurso, são inevitáveis, pois são fatos próprios da língua e de sua incompletude.

Por trás dessa necessidade de saber e conhecer coisas para a sua vida cotidiana, os sujeitos são ambíguos, pois possuem uma vocação totalizante, de completude, uma sensação de ter um mundo semanticamente normal. Mas na realidade, os sujeitos são fragmentários, incompletos, descontínuos e ainda podemos somar a isso tudo, a condição da não visibilidade dessa incompletude. Então, estão sempre sujeitos aos processos de identificação, podendo ocupar diferentes posições, filiando-se aos diferentes sentidos postos na língua. Por exemplo, o professor de ciências quando lê o livro didático para o aluno, pode falar na posição do cientista.

No caso do ensino de ciências, quando o sujeito se depara com um sentido desconhecido, por exemplo, a fotossíntese, corre-se o risco desse aluno sair da escola com o discurso do senso comum sem ter se apropriado do discurso científico, pelo simples fato de desconhecer, ou seja, não saber que não sabe! Bachelard (1996) quando refere-se a um dos obstáculos epistemológicos imobilizadores do pensamento, nos traz a questão do desconhecimento. O obstáculo epistemológico **Conhecimento Geral** é associado quando os sujeitos não têm dúvidas, nem questões, nenhum desafio, portanto nada a aprender. Somente há o conhecimento vago, com a sensação de que se sabe tudo. É uma generalização às avessas.

Num outro obstáculo proposto por Bachelard, - **A Experiência Primeira** - a crítica é para o conhecimento que capta apenas o imediato, o concreto, fácil. Por exemplo, é fundamental para o entendimento da fotossíntese, que o aluno perceba que as transformações químicas ocorrem nas plantas. Quando o aluno considera que a planta se alimenta do solo é preciso estar atentos. Porém, é muito comum esse tipo de omissão nos livros. Não percebemos em nenhum momento, qualquer tentativa de ressaltar essas concepções dos alunos para que eles pudessem repensá-las.

Pelo contrário, encontramos textos que priorizam definições e dão a sensação de completude, reduzindo a teoria a palavras sem sentido, banalizando o discurso científico.

Esse discurso que é tão importante para a significação do homem, que precisa de uma disciplina própria dentro da escola nos dias atuais.

Em nossas análises dos livros didáticos em questão, especificamente nas abordagens do fenômeno da fotossíntese, talvez por um “reflexo” da própria fragmentação do homem e conseqüentemente da ciência, percebemos que há geralmente uma **fragmentação** multidisciplinar na abordagem dos conteúdos (química, física, biologia, geociências).

Dentro da explicação de um mesmo fenômeno, por exemplo, quando ao discutir o ar se fala da fotossíntese como fenômeno da produção de oxigênio (Cruz, 5ª série, p.58), esquece-se da produção de alimentos. Ao discutir a respiração do homem (Marques & Porto, 7ª Série, p. 55) ou a luz (Marques & Porto, 8ª série, p. 116) não há menção alguma sobre a fotossíntese. Apenas no capítulo 2 (desse último livro citado), quando traz Energia cita rapidamente que pequena parte da energia solar é aproveitada na fotossíntese. (p. 93)

Além disso, outros exemplos podem ser encontrados nos livros analisados, por exemplo, quando ao colocar a função da folha cita que a respiração é uma delas (Marques & Porto, 6ª série, p.130). Porém essa afirmação vem com uma generalização, pois a folha realiza trocas gasosas, já que todas as células respiram, não somente as das folhas. Isso também é generalizado quando faz a comparação entre a respiração dos animais e dos vegetais.

Num outro fato da incompletude da língua, novamente referimo-nos ao outro obstáculo apontado por Bachelard, **O Pragmatismo**, o qual é descrito pelo autor como o caráter utilitário de um fenômeno como princípio de explicação. Ele aparece nos livros sempre que se busca uma finalidade para as causas da natureza. Por exemplo, a função da clorofila é dar cor verde às plantas, ou que a existência de aranhas e escorpiões se justifica pela necessidade desses animais controlarem insetos-praga, “*afinal os insetos causam mais prejuízos ou mais benefícios às plantações*”? (Marques & Porto, 1994, 6ª série, p. 44) Esquecem-se de dizer que eles fazem parte da cadeia alimentar, como todos os seres vivos inclusive o homem.

Podemos inserir neste obstáculo o **Antropocentrismo**, o qual vê o homem como centro, cujos animais e plantas vivem em função dele. Essa preocupação tem sido alvo de crítica por várias frentes da Ecologia e pessoas envolvidas nas causas ambientalistas, pois se presume que a hierarquização do homem perante a natureza, leve a humanidade a desprezar o ambiente em que vive, destruindo-o pela ignorância de não conseguir perceber (des-conhecer) que faz parte desse ambiente, mas não é uma peça fundamental na dinâmica ecológica do planeta. Muito pelo contrário, as ações predatórias do homem têm contribuído para uma instabilidade tão grande dessa dinâmica que chegam a ameaçar a vida na Terra.

De forma sutil o homem que aparece nos livros analisados, quase sempre vem hierarquizado, ocupando uma posição acima dos outros seres.

Observemos duas frases quando um dos livros de 5ª série traz como capítulo “As relações entre os seres vivos”:

“...os seres vivos dependem fundamentalmente uns dos outros para sobreviver. Convém lembrar aqui que o homem também depende de outros seres vivos, já que sua alimentação compõe-se basicamente de animais e vegetais”. (Cruz, 1996, p.7) (grifo nosso).

Na citação acima podemos perceber que, a palavra “também” dá um destaque especial para o homem. Ao destacar o homem dos outros seres pode-se fazer uma leitura do homem como um ser diferenciado e, portanto superior aos outros animais. Além desse, outros exemplos são facilmente encontrados sobre os mais variados assuntos.

Alguns são claramente identificáveis, por exemplo, quando as autoras do livro didático colocam as aranhas na posição do homem, sendo possíveis de serem hipnotizadas “...parece que as aranhas são hipnotizadas pela dança, as fêmeas deixam de ser ferozes”(grifo nosso) (Marques & Porto, 6ª série, p. 42).

Apesar dessa crítica ao Antropocentrismo que aqui fizemos, uma contradição está pertinente. É possível deslocar o antropocentrismo dentro da disciplina de ciências, ou mesmo em outras instâncias, se o discurso que utilizamos é inevitavelmente o humano? Mesmo que falemos em Ecologia, é sempre o homem falando... É inevitável o homem dizer na posição de homem, pois é o que ele é! Esse é outro fato da incompletude e

conhecer esse fato talvez nos auxilie na problemática do antropocentrismo exacerbado nos livros didáticos.

Um outro obstáculo levantado por Bachelard é o **Obstáculo Verbal**, o qual representa uma falsa explicação às custas de uma palavra explicativa, que possui um significado aceito pela ciência. Por exemplo, as palavras respiração e fotossíntese quase sempre vêm carregadas com o mesmo significado. Já que nos dois casos existem trocas gasosas, há uma tendência em se confundir as duas como se as plantas ao fazerem fotossíntese estivessem respirando. Palavras como essas geralmente vêm marcadas de referenciais humanos. Bachelard levanta essa questão como um obstáculo, pois quando palavras ou frases contêm inúmeros outros sentidos, há um “distúrbio” na compreensão do significado trazido pela ciência.

Porém, novamente caímos na questão da incompletude. A ciência é construída pelo homem! Sendo assim é inevitável que o homem fale na posição de homem. É inevitável que as metáforas existam, pois elas fazem parte do jogo da língua. E por causa delas é que a polissemia existe, ou seja, é quando irrompe a incompletude, é aí que nos diferenciamos dos outros em nossas formas de pensar, quando nos filiamos a redes de sentidos em nossa memória discursiva. Como nos outros obstáculos epistemológicos, o Obstáculo Verbal também é uma contradição encontrada dentro dos processos discursivos, em nosso caso dentro do ensino de ciências, pois ao mesmo tempo que ele é inevitável, o discurso da ciência precisa chegar ao aluno.

4.3.3 - O que é opcional/obrigatório revelando-se transparente/oculto

Nesse contínuo esclarecemos o papel do discurso autoritário, científico e obrigatório do autor, cujo destaque leva em contraponto ao calar “opcional” do aluno. Opcional porque a voz da autoridade é tão alta que embora possa ser questionada, quase não se questiona a verdade do livro, que sutilmente torna algo natural o discurso do autor, como a voz da razão, a voz do cientista. A verdade do aluno e de seu mundo é esquecida ou relegada dentro da sala de aula para sobressair a do outro, incluindo-se aqui uma grande ênfase para a avaliação, esta por sua vez dirigindo e reproduzindo os objetivos do autor, muitas vezes às custas da reflexão e da interpretação dos alunos, que possuem explicações

sob os mais variados assuntos, mas que nesse momento é aquele que precisa de um tipo de saber.

Dissemos até agora, que a leitura é extremamente dirigida pelo autor, o que nos leva a supor que aparentemente alunos e professores ficam passivos diante dessa autoridade (do autor) que dita o que deve ser lido. Porém, não há como negar que muitos leitores/alunos entram nesse jogo mais em função do que eles precisam propriamente do que eles querem. Em outras palavras, o aluno também prioriza o que exige o autor, por uma questão básica - a avaliação.

O professor também é o leitor. Há uma interpretação sua que também precisa ser levada em conta. Num ato autoritário de direcionamento do aluno para a leitura de alguns conteúdos, cuja relevância é dada pelo autor, transforma o ato de ler muitas vezes em algo enfadonho. A obrigatoriedade desses conteúdos, muitas vezes leva o leitor a não fazer leituras opcionais e de seu próprio interesse com outros textos, e releituras desse mesmo texto.

Muitas vezes nos deparamos com questões a respeito dos motivos da seleção dos conteúdos ensinados na escola, provavelmente determinados historicamente e especificamente nesse caso nos livros didáticos em questão. Ao pensarmos no longo processo de construção da ciência com todos os conflitos, acasos, influências, entre outros intervenientes, que fazem parte da história da ciência e da humanidade, nos perguntamos por que geralmente nas escolas eles são resumidos a uma simples lista de conteúdos formais, bastante distantes do cotidiano do aluno, sem relevância social e muitas vezes sem relevância científica?

O que falta nestes textos didáticos com certeza é o movimento. É como se a realidade escolar estivesse descolada do real, como se não houvesse relações sociais no fazer ciência.

Complicando um pouco mais esse quadro, vem a formação do professor, cuja insegurança dá margem ao apego a determinados livros didáticos, que passam a ser considerados os guias, as linhas mestras do ensino. No conteúdo desses livros certamente está embutida uma visão de ciência e sociedade, uma metodologia a ser desenvolvida e uma decisão acerca dos conhecimentos que devem ser transmitidos aos alunos.

Na divisão tradicional dos conteúdos do material didático, está oculto uma infinidade de processos que poderiam dar maior significado de quem é o homem no Planeta Terra, por exemplo. Com a pretensão de ser simples e transparente, ele acaba ocultando informações valiosas que dariam ao aluno e ao professor, elementos para analisar seu próprio papel na natureza e na sociedade. Esse ocultamento do erro e dos conflitos na história, passa a idéia de uma ciência exata e infalível, feita por cérebros privilegiados, pois não enfatiza o processo.

Por isso, interpretações sobre como o homem é o centro e como os animais e plantas vivem em função dele, são muito comuns. Essa visão antropocêntrica aristotélica vem reforçada nos textos didáticos, cujos enfoques evidenciam que o homem esse ser tão “especial”, depende da planta para sobreviver. Por exemplo, colocam em valores monetários os danos que os insetos causam à agricultura, esquecendo de esclarecer que os insetos-praga só estão presentes porque o homem vem mudando o ambiente em benefício próprio e a agricultura, principalmente as grandes monoculturas significam alimento para esses insetos.

4.3.4 - O que é proposto/pressuposto e localizado no tempo/atemporal

O que é proposto nos livros não é localizado no tempo, ou seja, a concretude dos textos revela aparentemente informações consideradas “verdadeiras” e portanto atemporais, já que não colocam o desenvolvimento histórico dos fenômenos pela ciência. Quando colocado apenas o produto da ciência e de forma bastante simplificada é “natural” a interpretação de que não houve e não há grandes dúvidas na produção da ciência.

O apagamento do político, do ideológico e do histórico dessa questão é muito acentuado nesses materiais, é como se a linguagem da disciplina ciências se irmanasse com a suposta neutralidade da ciência. Conforme nos esclarece Orlandi (1995):

“a relação dito/não-dito pode ser contextualizada sócio-historicamente, em particular em relação ao “poder-dizer” ... é o não dito necessariamente excluído... O silêncio trabalha assim os limites das formações discursivas, determinando conseqüentemente os limites do dizer” (p. 76.)

Esse tipo de silenciamento encontrado nos livros didáticos, ou a política do silêncio é muito bem explicitado por Orlandi, cujo sentido é remetido à censura, como uma produção do silêncio circunstanciada em relação à política... Certamente, as abordagens presentes nos livros didáticos de determinados conteúdos estão associadas a um tipo de cultura do silêncio remetida a uma tradição sistematicamente seletiva dos conteúdos ao longo da história.

Apple (1982) também aborda esses silêncios explicitando a ênfase na neutralidade política do discurso na escola, quando questiona o silêncio, abordando em suas idéias sobre o currículo das escolas, a questão da tradição seletiva dos conteúdos e o currículo oculto. Ou seja, eleva nossas percepções de quanto a escola salienta determinadas questões em detrimento de outras, muito mais importantes do ponto de vista da formação de um cidadão mais crítico. Trazendo essa categoria para o ensino de ciências é possível observar, por exemplo, a priorização do produto da ciência em prejuízo ao processo de sua construção, quando encontramos nos livros didáticos uma sequência de conteúdos áridos, neutros, cuja relação com a história, com a sociedade, com a política é quase que totalmente silenciada, transformando a história e a ciência em algo estático, finalizado.

Novamente voltemos nosso olhar ao conhecimento sobre a Fotossíntese, que trazem os livros analisados. É possível perceber que a maioria dos momentos em que ela é trazida, ou melhor proposta, sempre vem de forma atemporal, ou seja, nunca se explica como esse conhecimento evoluiu nos últimos 300 anos, quem participou desse processo de construção de conhecimento. Mesmo quando traz um encarte sobre História da Ciência (Cruz) traz isolado dos outros capítulos, onde estão os “verdadeiros” e “importantes” conhecimentos, podendo facilmente ser descartados se o professor quiser. Nesse encarte, quando fala em fotossíntese, fala de um cientista! É como se o conhecimento científico fosse feito por cérebros iluminados, recheados de datas e heróis que mudaram o mundo.

Esta concepção de ciência nos livros é tão comum que chega a ser quase unânime, reforçando ainda mais a noção de um produto acabado, que possuímos desde que nascemos imersos em nossa cultura. Como tendemos a achar que as coisas não se modificam, parece que vivemos num estado letárgico. Os silêncios trazidos pelos livros, quase não contribuem para a quebra dessa visão alienada.

Além disso, as atuações dos professores, traduzidas em todas as suas dificuldades em lidar com o conteúdo em virtude de sua formação, além das péssimas condições de trabalho na escola pública, acabam certamente priorizando determinadas ações e determinados conteúdos, reforçando o silêncio imposto pelo político e enfatizando os sentidos definitivos.

Mas por outro lado, entra a questão do silêncio fundador (Orlandi, 1995). Se o silêncio é constitutivo da linguagem e há sempre sentidos a dizer, conseqüentemente a falha e o possível estão no mesmo lugar e são funções do silêncio. *“É nessa perspectiva que consideramos a linguagem como categorização do silêncio, isto é, ela é a gregaridade, a possibilidade de segmentação, ou melhor, o recorte da significação em unidades discretas. Entretanto, uma vez recortado, o sentido permanece sempre a ser ainda dito.”* (p. 73). Em outras palavras o silêncio revela a incompletude, a ponta de um iceberg...

Nesse esforço, nossa visão seria ingênua se acreditássemos numa concepção mecanicista de língua, utilizada somente como instrumento de comunicação, buscando um sentido verdadeiro em ciências, fugindo das metáforas. Mas os sentidos são em função da inscrição de formas capazes de jogo na história e a posição do aluno, enquanto sujeito ativo na interpretação produz diferentes sentidos.

Em gestos de interpretação é possível ver as formas possíveis construídas por alunos e professores sobre o material. Ao dar aos alunos acesso a outros discursos que devem estar presentes no discurso científico da escola, por exemplo, os conteúdos com enfoques sociais é preciso não esquecer das interpretações que cada um pode fazer baseado em sua história. Pensando a leitura temos clareza de que apenas textos com enfoques diferentes não garantem que haja uma leitura crítica. Existem leituras e leituras de um mesmo texto, se o professor prioriza um sentido, como único ouvindo apenas sua própria voz não há leitura crítica possível, mesmo que seja com um texto de excelente qualidade. Acreditamos que proporcionar “o ensinar a pescar”, ao invés de “dar o peixe” ao aluno, prioriza-se a subjetividade, as entrelinhas, cuja importância é vital na aprendizagem e no entendimento do seu mundo, para além dos limites da escola.

Mesmo acrescentando, ou melhor, abrindo brechas para conteúdos com enfoques sociais ou históricos nunca o texto será completo. Será talvez com uma

perspectiva histórica, mais aberto a outros textos, criando a possibilidade da construção da noção do processo. Porém isso só ocorrerá se houver espaço para a interpretação, para a abertura de múltiplos sentidos.

Se pensarmos na questão da intertextualidade, ou seja, nas relações que o leitor faz com os outros textos, baseado em sua história de leitura, e a produção do texto no momento da leitura, há uma controvérsia quanto ao todo e a fragmentação. Já vimos que cada pessoa possui formas peculiares de ver o mundo e consequentemente, a ciência. Nas diferentes posições do sujeito as pessoas se filiam às diferentes formas de explicações do mundo. Geralmente essa filiação é consequência de análises feitas baseadas em referenciais próprios retirados do cotidiano. Esse cotidiano de infinitas particularidades e extremas generalizações ao mesmo tempo em que movimenta o pensamento pode também imobilizá-lo. É bem provável que um dos obstáculos a esse movimento, cuja perspectiva é a de um cotidiano refletido, esteja relacionado às experiências empíricas no dia-a-dia do cidadão comum. Com certeza essas experiências calcadas na observação simples dos fenômenos, tanto naturais quanto culturais, prescrevem a tônica das idéias e dos atos dos indivíduos na sociedade. Como no cotidiano também está implícito o silêncio, de complicadas sutilezas e conseqüentes alienações, priorizando-se determinadas vozes, sentidos, atos no cotidiano, esquece-se de outros importantes componentes que facilitariam as posições dos sujeitos a valores de ordem mais progressista.

A superação desses obstáculos pode acontecer, parafraseando Lefebvre (1975), *extraindo-se do ordinário, o extraordinário*, ou seja, a ruptura dessa cotidianidade elevando-se para além dos limites da observação. Em outras palavras, a superação dos obstáculos cotidianos impregnados de experiências empíricas sem reflexão, deve permitir a reflexão desse mesmo ordinário cotidiano transformando-o extraordinariamente em outras formas de olhar o mesmo objeto.

Não se pode desvincular a mente a tal ponto que nossos alunos não possam olhar para o mundo e vê-lo com os olhos mais críticos, quando se enfatiza tanto a ciência como o conhecimento único. Da mesma forma que é importante entender o mundo através das explicações científicas, estas não podem estar distantes do mundo a tal ponto que não se possa voltar da teoria para as práticas sociais.

Em resumo, se os textos são sempre incompletos e se há sempre sentidos a dizer, então não há como fugir da incompletude. Por outro lado, se o que se pretende é produzir um sentimento de completude, esse texto pode correr o risco de cair na superficialidade.

5 - A PROPOSTA DE ENSINO

Para Green e Meyer (1991) geralmente a exploração de interações em sala de aula começa com a exploração de um evento considerado importante do ponto de vista do pesquisador. Esse evento e as interações são transcritos graficamente no papel. Os autores consideram que poucas são as preocupações relacionadas ao contexto do evento e nisso residiria um problema já que os eventos descritos residem na teoria e objetivos do pesquisador, sem levar em conta a perspectiva dos envolvidos no evento ou mesmo em localizá-lo dentro do cotidiano da sala de aula. Nesse artigo sobre leitura, os autores salientaram que a exploração dos padrões do cotidiano da sala de aula (o que ocorreu, com quem, sob que condições, para qual propósito, de que forma, quando, onde e com que resultado) definiu um entendimento de que a leitura na sala de aula, muitas vezes envolve eventos que na superfície não parecem ser leitura como esta tem sido definida em sua forma “tradicional” .

Neste capítulo há uma explicitação desse contexto, ou seja, seus sujeitos, o local, a forma, os objetivos, as ações, o tempo entre outros fatores, para que seja possível, não apenas um vislumbre ao leitor da aplicação da proposta de ensino sobre fotossíntese, mas como esse exercício é importante para as análises feitas posteriormente.

Segundo Lüdke & André (1986) , o estudo de caso é o **estudo de um caso**, seja ele simples e específico ou complexo e abstrato, sendo que o interesse “*incide naquilo que ele tem de único, de particular mesmo que posteriormente venham a ficar evidentes certas semelhanças com outros casos ou situações*” (p.17).

As autoras apontam três fases principais no estudo de caso: a primeira aberta e exploratória, a segunda mais sistemática em termos de coleta de dados e a terceira que consiste na análise de dados e sua interpretação sistemática. Essas fases podem se sobrepor em diversos momentos, sendo difícil precisar a separação de cada uma delas.

Nesse sentido a proposta de ensino foi pensada, tanto para podermos sistematizar os dados, quanto para propor outros caminhos no ensino de ciências. Houve num primeiro momento uma fase exploratória, anterior à aplicação da proposta, que nos deu subsídios para contextualizarmos o cenário escolar e delimitar o estudo. Num segundo momento, quando houve a elaboração e aplicação da proposta praticamente simultâneas,

existia também a necessidade de algumas análises preliminares que forneciam elementos para a continuidade (ou ruptura) deste ou daquele caminho, ou mesmo a negação de determinado caminho.

Dessa forma, o propósito desse capítulo é explicitar essas duas fases, ou seja, a proposta de ensino aplicada, esclarecendo seus pressupostos e objetivos, caracterizando seus aspectos contextuais, a aplicação propriamente dita e finalmente os dados coletados.

5.1 - PROBLEMÁTICA

O conhecimento científico como é veiculado em sala de aula supõe certos funcionamentos da linguagem dentro de um conjunto de histórias, conhecimentos e expectativas socialmente construídos (Candella, 1996). Dessa forma, as palavras não somente informam, mas também orientam a observação, questionam, convencem e como afirma Vygotsky (1993), ajudam a estruturar o pensamento: *“O novo e significativo uso da palavra, a sua utilização como um meio para a formação de conceitos, é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência”* (p.50-51)

Assim, os objetivos da escola passam a ser diferentes daqueles que usualmente a ela são atribuídos, ou seja, a ênfase quase total no conhecimento a ser transmitido. Se considerarmos que a mente humana é formada socialmente e que esse processo é histórico e, portanto está em movimento, podemos supor que o ensino pode e deve, contribuir muito para o desenvolvimento global do indivíduo.

Em contra partida temos geralmente um ensino de ciências, que parece negar a história da construção do conhecimento científico, priorizando o ensino direto de conceitos extraíndo inclusive seus conflitos e erros, que foram importantes nas descobertas de inúmeros fenômenos e que fizeram parte desse processo de construção. Essa suposta neutralidade tem contribuído para a visão do estudante ao olhar a ciência, como algo bastante dogmático, quase canônico.

A indução no ensino aos conceitos científicos prontos contribui para a distância da noção de processo, não somente da história da ciência e da construção de conhecimentos pela humanidade, como também da história dos próprios sentidos apropriados pelos alunos:

“A experiência prática mostra que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à do papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo.” (Vygotsky, 1993, p. 72).

Dessa forma, o ato de ensinar passa a ser a imposição de apenas uma forma de ver um determinado objeto. Nesse sentido, um dos problemas encontrados no ensino de ciências é a notória contradição entre o modelo de leitura que é utilizado pelo professor em sala de aula na busca da apropriação do conhecimento científico pelos alunos e o pouco espaço que o professor dá aos seus alunos para a interpretação, criando expectativas relacionadas às interpretações que o professor quer, criando pouco estímulo perante a leitura, que passa a ser apenas um reforço, um referendo do lugar onde o professor quer chegar, criando um distanciamento dos saberes dos alunos, ao invés de uma continuidade.

Se por um lado há por parte dos professores uma preocupação grande com o ensino, geralmente associada a determinados conteúdos a serem ensinados, por outro não levam em conta as outras leituras e interpretações que os alunos fazem perante as situações de ensino acarretando uma maior distância entre ensino e aprendizagem.

5.2 - OBJETIVOS

Levando-se em conta os pressupostos apontados no item anterior, elaboramos uma proposta de ensino, cujo tema é a fotossíntese, que nos permita inferir formas alternativas de trabalhar em sala de aula, buscando na leitura uma forma de aprender ciências e buscando formas de interferir na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos. Conforme aponta Vygotsky (1993) *“...o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções já maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento.”* (p. 89).

Portanto tendo em vista a interferência na ZDP e a noção de processo, através da abertura de brechas para outras interpretações e para a multiplicidade de sentidos e para as histórias de vida, conhecimentos atuais e expectativas futuras dos alunos, nossos objetivos com a proposta foram:

- contribuir para o repensar curricular na última série do ensino fundamental;
- estabelecer estratégias de mediação da linguagem, tendo em vista a construção social do conhecimento sobre o tema fotossíntese;

5.3 - TEMA:

Apesar da extrema importância da fotossíntese, na dinâmica geral da natureza, na manutenção de vida no planeta e em sua ligação com outros fenômenos estudados na escola, a fotossíntese recebe pouco espaço nos livros didáticos, pois é tradicionalmente abordada de forma bastante superficial, geralmente tratada somente nas séries iniciais, apenas quando se explica a existência do oxigênio na atmosfera terrestre ou as funções das folhas. Não há um momento especial para o ensino de tão importante fenômeno, somente poucas explicações enfatizando sua função. Um dos resultados disso, como apontam as pesquisas em ensino de ciências é uma gama de explicações alternativas fornecidas pelos alunos quando questionados.

Nessa perspectiva a fotossíntese pode ser um tema interessante, quando se pretende trabalhar o fenômeno de uma forma mais totalizante, principalmente quando a série escolhida é a oitava, última série do ensino fundamental.

Por um lado é um momento em que os alunos estão mais preparados para conceber um pouco da complexidade e abrangência do fenômeno, pois como diz Vygotsky (1993), na adolescência:

“não aparece nenhuma função elementar nova, essencialmente diferente daquelas já presentes, mas todas as funções existentes são incorporadas a uma nova estrutura, formam uma nova síntese, tornam-se partes de um novo todo complexo; as leis que regem esse todo também determinam o destino de cada uma das partes...A capacidade para regular as próprias ações fazendo uso de meios auxiliares atinge o seu pleno desenvolvimento somente na adolescência” (p.51).

Portanto a última série do primeiro grau, sem dúvida representa um momento especial para o adolescente, pois além das mudanças físicas e mentais que ele vem passando, é o momento de fechamento de um ciclo, quando é vislumbrado o início de sua inserção ao mundo dos adultos.

Por outro lado sabemos da tradicional ênfase que dão os professores aos conhecimentos de física e química nesta série e, portanto a possibilidade de associar essas três vertentes da ciência - a química, a física e a biologia - dentro do estudo do fenômeno da fotossíntese.

Além disso, o tema foi pensado como parte de um projeto mais amplo, já em andamento em classes de oitavas séries do ensino fundamental. Em virtude do trabalho docente que já vinha se desenvolvendo no decorrer do ano, em quatro oitavas séries, onde o eixo de trabalho era a Energia e Ação Humana, a fotossíntese veio como um tema cultural e cientificamente relevante, pois estava em continuidade com o enfoque que buscávamos no projeto¹⁵ do qual participávamos. Portanto a escolha do tema não foi aleatória.

5.4 - RECURSOS DIDÁTICOS

Vários trabalhos no ensino de fotossíntese foram consultados e vários foram utilizados na montagem da proposta. Encontramos em livros paradidáticos principalmente para o Ensino Médio, várias atividades práticas (isoladas) sobre o assunto, mas textos que abordassem o fenômeno de forma histórica, não conseguimos localizar nenhum destinado ao Ensino Fundamental.

Dessa forma, elaboramos um texto (anexo VI), com o objetivo específico de trabalhar com os alunos a nutrição e respiração dos vegetais. Esse texto possui trechos de diários de cientistas do século XVII. Ele foi baseado em outro texto que havíamos previamente elaborado (anexo I). Este recurso foi fundamental, pois o nosso interesse histórico, não poderia se pautar somente nas histórias dos alunos. Era preciso também enfocar a história da ciência como uma das formas de se apropriar o conhecimento dos dias de hoje, era preciso construir uma noção de processo.

Além dos textos, utilizamos questionários iniciais para obtermos informações sobre como os alunos entendiam a fotossíntese (anexo III).

Recursos como o vídeo, além de atividades práticas também foram incluídos na proposta. Algumas atividades não supunham locais especiais para sua aplicação. Uma das

¹⁵ Programa Especial Fapesp-Ensino Público, num projeto desenvolvido com a coordenação de Célia Maria de Castro Almeida, no sub-projeto "Conhecimento nas Ciências Naturais - Ações e Culturais", aqui chamado apenas de Projeto-Fapesp, coordenado por Maria José P. M. de Almeida.

atividades que propusemos, uma atividade prática sobre a identificação do amido em alimentos, onde foram manuseados alimentos frescos e solução de Iodo, realizou-se em carteiras forradas com jornais na própria sala de aula.

Outra atividade de laboratório a qual planejamos, se pautava na observação da produção de gases por uma planta aquática (*Elodea sp*), encontrada em lojas de aquário, coberta com diferentes cores de papel celofane, sob um bico de luz. Esse tipo de atividade requer algumas vidrarias de laboratório como tubos de ensaio e *beckers*.

Além dessa, outra atividade prática proposta exigia o uso de material menos sofisticado, de fácil acesso como vidros transparentes (utilizados para a venda de molhos ou palmito), solo, areia e plantas que se reproduzem por estacas (galhos).

Tentando especificar um pouco mais essas interações, os itens posteriores levantarão importantes elementos para que o leitor também possa ter em mente, pelo menos em parte, uma noção do processo pelo qual passamos.

5.4.1 - A PRODUÇÃO DO TEXTO HISTÓRICO (anexo I)

A idéia de escrever um texto histórico foi principalmente em função de organizar nosso pensamento acerca do fenômeno, com a perspectiva de sua utilização no futuro por professores de ciências na forma de material paradidático. Já que considerávamos importante a história da ciência, como forma de mostrar a noção de processo, resolvemos escrever um texto sobre a história internalista do fenômeno, ou seja, como aconteceu a apropriação desse conhecimento pelo homem ao longo dos séculos.

Escrever sobre algo complexo como é o fenômeno da fotossíntese, sempre é um desafio à medida que há dificuldades em seu ensino e aprendizagem, quanto a necessidade de aprofundamento sentida pelos estudantes e professores, os quais acabam tendo um entendimento superficial sobre o fenômeno. As pessoas acabam tendo um sentido de completude, ou seja, pensam que já sabem tudo sobre o assunto, pois o consideram de fácil entendimento.

Como a Biologia estuda “o vivo” e suas manifestações, apenas uma visão concreta desta ciência parece ser bastante comum quando as pessoas em geral pensam os fenômenos biológicos. Essa visão pode ser encontrada quando olhamos a história da ciência, principalmente durante a Idade Clássica (séc. XVIII), quando os seres vivos eram

conhecidos e analisados antes de tudo por suas estruturas visíveis. Jacob (1983) aponta para certos resquícios dessa “tradição” para a ênfase às coisas concretas afirmando que *“...quando surge uma entidade abstrata, como o gen, o biólogo não descansa até substituí-la por elementos materiais, partículas ou moléculas. Como se uma teoria, para vingar na biologia, tivesse que se referir a um modelo concreto”* (p. 21).

Levando-se em conta esse aspecto, o texto procura com alguma profundidade, contar cronologicamente como a construção do conhecimento sobre o fenômeno aconteceu: seus acertos, seus equívocos, suas rupturas, os conhecimentos mais aceitos atualmente, sua importância, trazendo em alguns momentos a “voz” dos cientistas, através de trechos de seus diários.

Conforme aponta Jacob (1983), a recente ciência “Biologia” precisou sofrer uma separação radical no século XIX da física e da química, para se constituir como ciência, porém em meados do século XX, *“para prosseguir a análise dos seres vivos e de seu funcionamento, teve que se associar intimamente a elas”* (Ibid, p. 249).

Desta união nasce a Biologia Molecular, que nada mais é do que a integração de duas vertentes da biologia - a história natural e a fisiologia - que apesar de separadas por um longo tempo, atualmente são associadas para explicar as diversidades macroscópicas e microscópicas e seus processos moleculares *“Descrever um sistema vivo significa referir-se tanto à lógica de sua organização quanto à de sua evolução. A biologia atualmente se interessa pelos algoritmos do mundo vivo”* (Ibid, p. 300).

Portanto a biologia ao mesmo tempo em que não pode se reduzir à física ou à química, também não pode dispensá-las, mesmo porque do ponto de vista das moléculas, a biologia nada se distingue da física e da química quando se analisam sistemas inertes. Porém é pela integração (no caso “o ser vivo”), que as coisas mudam, pois uma organização frequentemente possui propriedades que não existem no nível inferior (molecular).

Pensando a fotossíntese, acreditamos que o texto dá essa idéia da necessidade de outras ciências, para compor o conhecimento sobre o fenômeno, inclusive tentando abordar uma visão menos fragmentada da ciência que a usual encontrada em livros didáticos e ilustrando como o conhecimento da física e da química é importante para compreendermos a biologia, trazendo informações que colaboram com a construção do

conhecimento de forma mais totalizante utilizando a física e a química como grandes aliadas da biologia, de forma razoavelmente simples.

Nas chamadas dos subtítulos procuramos dar ênfase, algumas vezes, aos aspectos que costumam gerar dúvidas, por exemplo, algumas concepções alternativas previamente encontradas na literatura sobre pesquisas no ensino de ciências, na tentativa de deixar ao leitor uma brecha para uma reflexão do seu próprio pensar, ou senão do pensar dos seus alunos, pois quando escrevemos temos em mente nosso futuro leitor, que no caso como autora podemos afirmar eram os professores de ciências.

Esse texto também serviu de fonte para a produção de textos utilizados para os alunos durante a aplicação da proposta de ensino. Essa era uma de nossas pretensões - que algumas partes pudessem compor textos para os alunos.

5.5 - A ELABORAÇÃO DA PROPOSTA: UMA CONSTRUÇÃO

Referenciais teóricos da área de linguagem como os da análise do discurso (Pecheux, 1993; Orlandi, 1988), nos deram suporte para analisar alguns textos didáticos e conceber como os fatos da ciência são narrados pelas diferentes visões dos autores dos livros, escritos de uma certa forma para um certo público-leitor, cuja interpretação apresenta-se de diferentes formas, provavelmente relacionadas às posições que o sujeito ocupa em determinado momento baseado em suas histórias de leitura. Além disso, nossas pesquisas realizadas no ensino de adultos, nos ampliaram “nosso olhar” sobre os processos de leitura dos indivíduos (Souza, 1995b).

Observações das dificuldades de como uma professora lia para seus alunos, nos estimularam a repensar a importância das múltiplas formas de leitura que apresentam os alunos na disciplina de ciências, quanto às possibilidades de interpretação e a importância da motivação da leitura para além da escola.

Mas como realizar essa pesquisa, sem que esta se resumisse a apenas constatações da realidade escolar? Como poderíamos avançar, trazendo elementos que pudessem melhorar a qualidade do ensino?

Nesse sentido a elaboração da proposta de ensino, iniciou no cerne de um projeto de pesquisa nas escolas¹⁶. Através deste foi possível entrarmos em contato com o contexto escolar, conhecendo melhor os sujeitos envolvidos e o trabalho docente em desenvolvimento, os quais nos forneceram indicadores para a produção da proposta de ensino.

Conforme aponta Lüdke & André (1986):

“Planejar a observação significa determinar com antecedência “o quê” e “o como” observar. A primeira tarefa, pois, no preparo das observações é a delimitação do objeto de estudo. Definindo-se claramente o foco da investigação e sua configuração espaço-temporal, ficam mais ou menos evidentes quais aspectos do problema serão cobertos pela observação e qual a melhor forma de captá-los. Cabem ainda nessa etapa as decisões mais específicas sobre o grau de participação do observador, a duração das observações etc.” (p. 17).

Nesse sentido, através da observação das aulas e de algumas atividades extra-classe de duas professoras, da nossa participação nas reuniões semanais com o grupo do projeto Fapesp (coordenadores, professores da escola, auxiliares de pesquisa), do planejamento das atividades propostas, da aplicação de um questionário aos alunos (anexo II) sobre leitura, houve um grande envolvimento de nossa parte nas ações e relações, que aconteciam nestes locais antes do início da proposta.

Num segundo momento ocorreu a elaboração e aplicação propriamente ditas, quase que simultâneas da proposta de ensino. Como o objetivo deste projeto de tese não era a análise do trabalho pedagógico das professoras, as informações por elas fornecidas foram uma ajuda preciosa na elaboração e aplicação da proposta. Suas visões e indicadores das dificuldades e facilidades ao trabalharem com seus alunos promoveram uma construção coletiva da proposta. Dessa forma com um esquema previamente planejado e o texto histórico (anexo I), as professoras contribuíram na reorganização da sequência, na análise preliminar de cada etapa, na discussão dos objetivos de cada atividade, na seleção de textos, na preparação das atividades práticas, na forma de utilização do vídeo e nas formas de avaliação.

¹⁶ O Projeto-Fapesp foi financiado pela Fapesp em convênio com a Faculdade de Educação da Unicamp e Secretaria de Educação do Estado. Contava em 1997 com o apoio de cinco professores universitários do Departamento de Metodologia da FE-Unicamp, atuando nas áreas de história, ciências, educação artística, física, cerca de dez professores de uma escola de Campinas-SP, que como bolsistas se propuseram a participar do projeto incluindo o diretor dessa escola, além de uma professora de ciências de outra escola da mesma cidade; cerca de quatro auxiliares de pesquisa que eram estudantes de mestrado ou doutorado, além de uma professora universitária aposentada. Somente as salas de ciências (primeiro grau) e especificamente as oitavas séries foram objeto desta pesquisa.

5.5.1 - UMA BREVE DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Essa descrição da proposta não reflete necessariamente todos os passos tomados durante a sua aplicação e de forma alguma significa que já esteja concluída. Esperamos que essa sucessão de eventos descritos possa contribuir, para uma visão mais ampla da história da aplicação da proposta. Ela foi estruturada à medida que ia sendo aplicada, conforme os resultados que íamos obtendo nas atividades, e, apesar da sequência descrita neste item, as atividades desenvolvidas durante a aplicação da proposta não seguiram rigorosamente a mesma ordem nas quatro salas estudadas (oitavas séries do ensino fundamental).

Basicamente foram onze aulas de cinquenta minutos, desenvolvendo um conjunto de atividades nas quais objetivos mais amplos foram buscados, **relacionados ao ensino da fotossíntese, a visão de ciência como uma construção humana e a leitura/escrita não somente como uma obrigação.**

Partindo do pressuposto que a história da construção do conhecimento é importante (tanto a individual quanto a da humanidade), não pudemos deixar de lado os conhecimentos apropriados ou não pelo aluno ao longo de sua vida, sobre a fotossíntese e como esses contatos influenciaram no seu modo de pensar o fenômeno. Para tanto tentamos resgatar esse conhecimento com algumas questões (anexo III) levando em conta alguns estudos anteriores sobre as concepções alternativas. Essas questões foram recortadas e fornecidas aos alunos 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.

Na medida em que os alunos iam terminando, se houvesse tempo, o professor fazia uma leitura rápida e colocava através de discussão aberta as principais respostas inclusive as concepções alternativas que eventualmente apareciam. Quando foi possível, a discussão das respostas aconteceu logo em seguida. Por exemplo, quando a sala possuía aulas duplas havia viabilidade de discutir no mesmo dia, caso contrário, a discussão foi realizada em aulas posteriores.

Para nós, o objetivo mais importante num primeiro momento, era a possibilidade de capturarmos algumas idéias dos alunos sobre a fotossíntese. Com isso, ao ouvirmos dos alunos e de uma das professoras, que *“fotossíntese eles já sabiam”*,

percebemos que estávamos diante de um obstáculo epistemológico (Bachelard, 1996) - o do Conhecimento Geral - (segundo o autor o conhecimento vago é aquele que imobiliza o pensamento), pois perante a complexidade do fenômeno e das inúmeras concepções alternativas presentes, havia um sentimento de que tudo se sabia, nada precisava ser aprendido.

Então, outro objetivo passou a ser extremamente importante, fazer com que eles percebessem que iriam estudar a fotossíntese de forma mais aprofundada.

Para tanto, a discussão posterior ao questionário (anexo III) foi demasiadamente importante, pois através dela pretendíamos que ocorresse uma ruptura com o conhecimento vago que até então os alunos possuíam sobre a fotossíntese. Um dos grandes aliados dessa ruptura foram as concepções alternativas. Ao apontarmos algumas delas nas respostas dos alunos, principalmente as que apareceram com maior frequência, por exemplo, aquela em que a respiração apresentava o mesmo sentido da fotossíntese, discutíamos abertamente sobre a confusão que geralmente as pessoas fazem de uma forma geral, quando explicam esses dois fenômenos, contudo tomando cuidado em não identificarmos os autores das respostas.

Com isso, surgiram oportunidades únicas de colocarmos mais questões que ampliavam (ou iniciavam?) as dúvidas sobre a construção do conhecimento do fenômeno e faziam com que os alunos pudessem refletir um pouco sobre a complexidade desses conhecimentos: *O oxigênio que é formado no processo da fotossíntese vem da água ou do gás carbônico? Se o verde é refletido o que acontece com os outros comprimentos de onda da luz? Existe algum (comprimento de onda) que é mais absorvido que os outros? E quando a planta não é verde?*

Essa aula, um tipo de “exposição dialogada” serviu de estopim para o início do trabalho. Como notamos que os alunos faziam pouca relação entre a fotossíntese e a produção de alimentos, resolvemos planejar uma atividade enfocando esse assunto (por exemplo, ao perguntarmos à 8ª Y sobre o que a pipoca que uma aluna comia tinha a ver com a fotossíntese, houve muita dificuldade e nenhum aluno respondeu).

Então, o passo seguinte foi tentar estabelecer a importância da produção dos alimentos no processo da fotossíntese. Era uma atividade que consistia basicamente em pingar a solução de Iodo (que possui cor laranja) nos alimentos. Quando há presença do

amido (produto da fotossíntese que são carboidratos com um alto teor energético e pobres em vitaminas e proteínas) os alimentos ficam arroxeados.

Geralmente em outras séries, uma atividade prática em que a solução de Iodo é utilizada para detectar a presença de amido, serve para a classificação de alimentos conforme seu índice nutricional. Como havíamos previsto, alguns alunos disseram já ter realizado tal atividade em outra série. Contudo como estávamos preocupados com o ensino da fotossíntese, na atividade que propusemos, nosso objetivo era uma reflexão sobre a origem do amido, além do estabelecimento da importância da fotossíntese na cadeia alimentar e a produção de alimentos na fotossíntese.

Para tanto, vários alimentos foram utilizados, tanto de origem vegetal, quanto de origem animal. Procuramos nos de origem vegetal, contemplar as várias partes de uma planta superior (raiz, caule, folha, flor, fruto e semente). Além disso, procuramos também examinar o amido nos alimentos cozidos ou triturados, enfim modificados pela ação do homem.

Foi dito aos alunos como informação inicial, que o Iodo deixaria arroxeado o local onde houvesse amido. Os trabalhos foram realizados em grupos de quatro alunos em média. Solicitamos que separassem os alimentos em três grupos: vegetais crus (caule, raiz, folha, fruto, semente), de origem animal (leite, ovo), alimentos modificados pelo homem (farinhas, pão, macarrão, arroz branco). Num momento de descontração estouramos pipoca na cozinha de uma das escolas e levamos aos alunos. Mais que testar a presença do amido, essa parte da aula certamente foi um momento agradável.

Uma Tabela foi solicitada para o registro dos dados obtidos.

Foi interessante notar que durante as observações, muitas questões surgiram:

“Por que fica roxo professora?” (qual o motivo da mudança de cor);

“Por que o leite “ferve”?” (o leite não muda a sua cor, porém há uma reação quando o Iodo é colocado, uma espécie de borbulhar sem aumento de temperatura);

“Por que a folha de papel fica roxa? O papel tem amido?” (se a matéria prima vem das árvores e as plantas fazem fotossíntese...);

“Na terra têm amido?” (já que as raízes estão próximas dela, a planta somente estaria absorvendo o amido...);

“Se o amido é um tipo de açúcar, por que o macarrão é salgado?” (já que o açúcar é doce...);

“Por que o açúcar não fica roxo?” (já que ele é também feito por plantas e contém glicose...).

Essas e muitas outras questões surgiram na atividade, a qual não se pautou somente nas observações. Conforme as dúvidas iam surgindo tentávamos algumas vezes fazer mediações para que os próprios alunos fornecessem as respostas. Quando havia muita dificuldade, dávamos as informações que eles buscavam.

Isso também ocorreu durante a resposta do questionário também solicitado (anexo IV). As questões propostas também foram respondidas em grupo na sala de aula e sempre que fomos requisitados estivemos presentes nas discussões procurando auxiliá-los na busca de suas respostas, introduzindo questionamentos fazendo-os refletir com os conhecimentos que já possuíam, porém sem receio de fornecer-lhes novas informações. Foi importante, o fato de deixarmos que os alunos tentassem responder as questões, pois discussões acirradas aconteceram, mesmo ficando inseguros quanto aos resultados, os quais posteriormente foram discutidos com o professor.

Posteriormente fizemos uma discussão com a sala toda para resolvermos possíveis dúvidas detectadas nas respostas das questões, principalmente em relação a absorção direta do amido pela raiz, também um tipo de obstáculo epistemológico - A Experiência Primeira - que parece persistir em alguns alunos, mesmo depois da discussão em grupo e da intervenção do professor nos grupos.

Em outro momento, o texto “A natureza da luz¹⁷” (anexo V) com algumas questões, foi entregue para retomarmos assuntos que já haviam sido trabalhados anteriormente (as ondas eletromagnéticas) e com o intuito de problematizarmos a questão da luz no processo da fotossíntese. (*“Se a cor verde é refletida, quais as ondas que são absorvidas?”*)

Para dar continuidade pensamos numa atividade, cuja observação da produção de gases, poderia ser feita através da influência do papel celofane de diferentes cores, recobrendo vários ramos individuais da planta *Elodea sp*, imersas num tubo de ensaio com

água sob um bico de luz aceso, por um determinado tempo. Esta atividade foi inviabilizada pela falta de material e de espaço físico. Numa das escolas realizávamos as atividades dentro da sala de aula, portanto não havia um local apropriado para acompanharmos o experimento. Na outra escola o laboratório era utilizado como sala de vídeo, portanto freqüentemente visitado pelos alunos, o que na opinião da professora poderia inviabilizar o experimento, pois poderia ser bastante manipulado pelos estudantes.

Dessa forma, no final da aplicação da proposta um vídeo sobre a fotossíntese tentou responder a questão levantada sobre a influência das diferentes ondas eletromagnéticas nas folhas verdes. Este vídeo, elaborado pela CENP (Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas) para a TV ESCOLA (prog. 98), planejado para os professores de biologia, apresentava algumas partes bem interessantes, abordando os experimentos dos cientistas em desenho animado e também sobre os comprimentos das ondas no processo da fotossíntese, ou seja, quais as cores mais utilizadas e quais as cores refletidas no processo fotossintético. Em três salas de aula de uma mesma escola tivemos problemas técnicos com o aparelho de vídeo, o qual não reproduzia as cores de forma adequada, inviabilizando a observação de um trecho do filme, em que a luz do sol interagia com os vegetais. Com essa atividade também procuramos fazer uma síntese dos assuntos discutidos na proposta.

Além de nossa preocupação com um dos maiores problemas manifestos nas concepções alternativas, que é o caso da absorção do amido diretamente pelo solo (não levando-se em conta a produção na própria planta) também trabalhamos com a questão da respiração nos vegetais confundida geralmente com a fotossíntese. Para tanto escrevemos um texto (anexo VI), levando em conta alguns dados do questionário de leitura (anexo II) que apontavam para uma possível tendência dos alunos em escrever diários, além é claro das concepções alternativas encontradas nos questionários (anexo III) respondidos no início da proposta. Pensamos em estimulá-los, colocando trechos de trabalhos originais de cientistas de séculos passados, ligados à construção do conhecimento da fotossíntese. Os assuntos remetiam para algumas das idéias dos cientistas coincidentes com algumas concepções alternativas dos alunos, também com o objetivo de que os alunos pudessem

¹⁷ Texto adaptado do livro **Biologia (BSCS)** Parte I cap. 09 – S.Paulo, Edart, 1967 e **Física (PSSC)** Parte II cap. 11 –São Paulo: Edart, 1972.

reconhecer que algumas de suas concepções acerca do fenômeno, um dia já foram aceitas pela comunidade científica, porém atualmente não são mais aceitas.

Foi solicitado aos estudantes, que escrevessem individualmente o que já sabiam, o que não sabiam e o que mais lhes havia chamado atenção. (*“O que você já sabia sobre a fotossíntese? O que você não sabia? O que você achou mais interessante?”*)

O final do texto traz outra atividade experimental - a construção de um terrário. Ela exigiu que o aluno refletisse sobre a fotossíntese de uma forma mais “aplicada”. Com poucos recursos como vidros de maionese transparentes, terra de jardim, areia, plantas que se desenvolvem por estacas ou plantas pequenas com raízes, papel filme (do tipo *magipack* para fechar completamente o vidro) foi possível a montagem de um pequeno ecossistema (quando este é exposto à luz).

Ao trabalhar com os alunos, precisamos pacientemente apontar as contradições das respostas dos alunos quanto ao terrário, tais como: *“A planta não vai conseguir respirar”* (os dois fenômenos - fotossíntese e respiração - acontecem na planta portanto se a planta ficar na presença de luz os dois processos vão ocorrer propiciando a vida da planta no terrário) ou *“a planta vai ficar sufocada”* (tomando como referencial o que aconteceria a uma pessoa nessas condições).

Ao compararmos o terrário ao planeta Terra, surge uma oportunidade para que os alunos reflitam as semelhanças, consigam observar alguns ciclos biogeoquímicos, percebam algumas contradições no seu próprio pensar como o caso da suposição bastante comum de que as plantas podem sufocar (Souza, 1995b). Além disso, a noção de ambiente parece ampliar, quando o aluno percebe através dessa atividade a imensa dependência que temos das plantas e o quanto o homem não tem consciência dessa limitação quando devasta e polui o planeta.

Outro texto utilizado foi a música de Caetano Veloso - Luz do sol (anexo VII) - na voz de Gal Costa. Ela traz trechos interessantes que nos remetem à fotossíntese, além das práticas predatórias do homem contra o ambiente, entre outras coisas de uma forma poética e extremamente tocante.

*“LUZ DO SOL
QUE A FOLHA TRAGA E TRADUZ
EM VERDE NOVO
EM FOLHA EM GRAÇA EM VIDA EM FORÇA E LUZ
CÉU AZUL QUE VEM ATÉ ONDE OS PÉS TOCAM A TERRA
E A TERRA INSPIRA E EXALA SEUS AZUIS*

REZA REZA O RIO
CÓRREGO PRO RIO, RIO PRO MAR
REZA CORRENTEZA ROÇA A BEIRA, AREIA
MARCHA O HOMEM SOBRE O CHÃO
LEVA NO CORAÇÃO UMA FERIDA ACESA
DONO DO SIM E DO NÃO
DIANTE DA VISÃO DA INFINITA BELEZA
FINDA POR FERIR COM A MÃO ESSA DELICADEZA
A COISA MAIS QUERIDA..."

O objetivo desta atividade era fazer com que o aluno percebesse entre outras coisas, que o conhecimento científico amplia sua capacidade de entender o mundo e que as expressões culturais da sociedade também são meios de adquirirmos conhecimento.

Nesta atividade, os alunos puderam acompanhar a música com a letra em mãos, e posteriormente solicitamos que escrevessem suas impressões e que fizessem relações com o que haviam aprendido sobre fotossíntese.

Encerrando o trabalho solicitamos aos alunos, a confecção de um texto que priorizasse a escrita como forma indireta de utilizar seus conhecimentos adquiridos e possíveis leituras para este objetivo, além de outros sentimentos que pudessem aflorar. Para tanto confeccionamos um texto (anexo VIII), o qual trazia inicialmente um trecho de uma música¹⁸, bastante conhecida pelos alunos, que tinha objetivo de inspirá-los e reportá-los à aventura que produziram.

Também trazia o problema que ele estava vivenciando. Essa problematização pretendia levar os alunos a refletirem sobre as suas atitudes em condições adversas, utilizando para isso seus conhecimentos, suas formas de sentir e reagir nessa situação hipotética.

Por fim, preocupamo-nos com a forma da construção do texto escrito, que o estudante poderia escolher para escrever sua história. Pensamos numa abertura para que ele pudesse escolher diferentes estilos literários. Por exemplo, um texto jornalístico, uma carta a um amigo distante, um diário de bordo, uma estória curta (Prain *et al.*, 1997).

Gostaríamos também de ressaltar, a importância do embasamento teórico sobre a avaliação (Freitas, 1991) e o currículo oculto (Apple, 1982), cujas ações podem gerar em alguns alunos várias atitudes e sentimentos pautados nos seus fracassos como uma sina pessoal (*"eu não sirvo para estudar, eu sou burro, etc"*), muitas vezes considerando-se

¹⁸ A música "Eva" foi regravação por um grupo de Axé Music, de bastante sucesso entre os adolescentes.

incapazes, até mesmo com comentários irrefletidos que o professor faz levando-os a desistência da escola (Souza, 1995a). Se expectativas são geradas de forma a tornar a avaliação mais importante que o processo de aprendizagem, é preciso inverter esses papéis, pois os objetivos estarão também invertidos.

Levando-se em conta esses fatores, cuidados em não ridicularizar os alunos perante uma dúvida foram tomados por considerarmos esses momentos delicados durante a aprendizagem. Em conversas com as professoras das classes decidimos que todos os trabalhos escritos pelos alunos e sua participação durante a aula fariam parte da avaliação, numa tentativa de diminuir a relação de poder que o professor tem com o aluno.

Apesar disso a ausência de uma prova na proposta não reflete a total rejeição dessa forma de avaliação. Pelo contrário, consideramos um instrumento valioso que pode ser utilizado em benefício do aluno, pois a dedicação a ela dispensada quando o aluno estuda previamente, mesmo nesse momento tenso é uma forma de esclarecer as idéias e de colocá-las no papel.

Das atividades descritas nesse item, três delas foram mais enfatizadas, tiveram e têm grande influência na construção da proposta de ensino. Gostaríamos de destacá-las e aprofundá-las um pouco mais: a leitura, a escrita e a experimentação.

5.5.2.1- LEITURA

Entre os principais objetivos dessa atividade, pretendíamos que os alunos:

- percebessem a ciência como uma construção humana, utilizando como estratégia de mediação textos com trechos originais dos cientistas.
- reconhecessem que algumas de suas concepções acerca do fenômeno da fotossíntese, um dia já foram propostas e aceitas pela comunidade científica.
- ficassem mais estimulados ao fazer leituras de textos relacionados à ciência, não fizessem somente como uma obrigação, mas movidos pela sua curiosidade.
- refletissem sob suas idéias, principalmente em relação a respiração e a fotossíntese, pensando a leitura como mais uma forma de aprender.

De acordo com Orlandi (1988) dois elementos podem determinar a previsibilidade das leituras: o primeiro é o fato dos sentidos terem sua história, portanto há

sedimentação de sentidos segundo as condições de produção da linguagem e o outro é a relação que um texto tem com outros, ou seja, a intertextualidade.

Com base nesse referencial tentamos resgatar, pelo menos em parte, um pouco da história de leitura dos alunos (formação escolar, tipos de livros que lêem, cotidiano da leitura, forma de estudo e local, principais formas de acesso à leitura, fora e na escola, por exemplo, os livros didáticos, os jornais). Antes do início da aplicação da proposta, houve um levantamento de dados (anexo II) junto aos alunos com algumas perguntas que buscavam coletar informações para tentar conhecer alguns hábitos de leitura dos alunos, além de suas opiniões sobre leitura e escrita no ensino de ciências. Para tanto, explicamos a eles que se tratava de uma pesquisa e que havia liberdade para qualquer tipo de resposta, pois elas não seriam avaliadas com notas.

Além disso, pretendíamos perceber relações de poder embutidas no contexto escolar, pois muitas técnicas de estudo desenvolvidas pelo aluno normalmente são em função das avaliações a que eles são submetidos, favorecendo ainda mais a indução à leitura do professor, diminuindo o espaço de interpretação dos alunos.

Ao coletarmos dados sobre a leitura, constatamos que vários alunos tinham como hábito escrever em diários (memórias pessoais, poesias, frases, dedicatórias). A partir dessa premissa, propusemos uma leitura de texto elaborado com trechos de textos originais de cientistas (anexo VI) apresentados numa linguagem pessoal, mais próxima aos diários, enfatizando o processo de construção da ciência e tentando transformar a leitura não apenas num cumprimento de tarefas, mas também numa interessante forma de aprender, pois ao darmos ênfase nas interpretações dos alunos estamos abrindo espaços e conseqüentemente acessando suas concepções alternativas, para que a partir daí ocorra a continuidade com o conhecimento a ser ensinado.

5.5.2.2- ESCRITA

Nesta atividade pretendíamos que os alunos:

- tivessem oportunidade de utilizarem esse espaço, tanto para colocar em prática seus conhecimentos adquiridos, quanto para aprender sobre outros, cuja situação (do texto) pudesse favorecer uma busca de respostas e formulação de hipóteses às situações propostas.

- exercitassem a escrita nas aulas de ciências, num contexto mais lúdico (com um sabor de aventura) e criativo.
- relacionassem a ciência com o seu dia-a-dia quando vêem filmes de ficção, ouvem músicas, etc.
- colocassem em evidência, como hábitos de escrita podem ser trazidos para o ensino de ciências, numa linguagem pessoal do conhecimento científico.

Em continuidade ao processo da leitura dos trechos dos originais dos cientistas, propusemos uma atividade com um problema hipotético, onde os conhecimentos dos alunos sobre fotossíntese, além de outros, pudessem ser explicitados de uma “forma pessoal” através de um diário de bordo de uma nave espacial, a caminho de outro planeta.

Essa “forma pessoal” tinha como objetivo, resgatar para a disciplina de ciências, os diários que os alunos faziam espontaneamente, tentando aproximar o cotidiano dos alunos do conhecimento científico ensinado.

Essa atividade tinha como pressuposto uma análise de livros didáticos¹⁹, cujos resultados demonstraram que a **forma impessoal da linguagem científica** apresentada na maioria dos textos analisados podem colaborar ainda mais para uma visão de ciência neutra, ocultando uma caracterização histórica e social do autor. Parece existir uma preocupação dos autores quanto a ênfase na linguagem científica, supostamente identificada como atributo de “verdade”. Dessa forma, o uso da linguagem numa forma mais informal, geralmente em primeira pessoa do singular, utilizada na escrita de textos do ensino de ciências pelos alunos, serviram tanto como uma aproximação de seus hábitos para essa disciplina, quanto uma certa identidade com o cientista, que passa a ser mais humano, portanto sujeito a erros.

5.5.2.3 - EXPERIMENTAÇÃO

Os principais objetivos nessa atividade eram de que os alunos:

- refletissem sobre a origem do amido (fotossíntese).
- estabelecessem relações entre a fotossíntese e a cadeia alimentar.
- diferenciassem os produtos que resultam da fotossíntese (glicose e oxigênio).

¹⁹ Esta análise é apresentada no capítulo 4.

- despertassem para a leitura dos textos como algo mais interessante, não um simples cumprimento de tarefas, mas uma forma de aprender ciências.
- desenvolvessem habilidades de observação, comparação, síntese... vivenciando pelo menos em parte, como a ciência pode ser construída.

A principal atividade prática ao nosso ver foi a identificação de amido nos vegetais ou seus derivados. Ela foi pensada em função de algumas respostas do questionário sobre fotossíntese (anexo III), que relacionavam o fenômeno somente à produção de oxigênio.

Outra atividade de igual importância foi à construção do terrário. Ele possibilita ao aluno, encontrar contradições em seu próprio pensar, quando a situação é problematizada e o aluno levanta hipóteses sobre a sobrevivência da planta do terrário. Muitas vezes as concepções alternativas afloram, mas com a análise dos resultados há a possibilidade do estabelecimento de outras conclusões que a primeira vista pareciam impossíveis.

Embora tenham sido atividades direcionadas, a análise dos dados e o estabelecimento de conclusões permitiram uma pequena vivência de um dos elementos do fazer ciência, não simplesmente uma constatação do que o professor falava.

5.6 - PROCEDIMENTOS DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA

A escolha da série não foi aleatória (oitava), pois é nesta série final do primeiro grau que geralmente os professores trabalham a química e a física geralmente com grande dificuldade, pelo fato de serem formados na área de ciências biológicas. Como buscávamos uma visão mais totalizante da ciência e da natureza no Projeto Fapesp, o tema Energia deu espaço ao estudo da fotossíntese, que veio somar e propor uma nova abordagem do fenômeno nessa série.

Estivemos presentes algumas vezes nas aulas e em algumas atividades extra-classe das quatro salas de aula das duas escolas, observando o andamento dos trabalhos dentro dos objetivos do Projeto Fapesp, procurando conhecer as particularidades e também estabelecer alguns padrões dentro das questões que buscávamos no projeto de doutorado. Nessas observações evidências marcantes sugeriram algumas ações na proposta de

Fotossíntese. Então esses dados preliminares foram essenciais para que pudéssemos saber onde estávamos “pisando”.

Uma dessas evidências marcantes talvez a mais importante foi perceber alguns alunos escrevendo algo bastante peculiar durante a aula de ciências. Nada a ver com a disciplina ou algo relacionado ao conteúdo sendo ensinado naquele momento. Eram impressões pessoais em diários, agendas com poesias, cadernos de questões comuns à várias pessoas que colocam suas respostas seguidas uma das outras, enfim uma infinidade de registros pessoais alternativos a qualquer disciplina dada na escola. Esse dado prévio foi importante quando foi elaborada a proposta da Fotossíntese, para nos mostrar possibilidades da utilização de alguns materiais didáticos de ciências mais alternativos, tais quais os trechos de trabalhos de cientistas dos Séculos VII e XVIII, cuja linguagem está bem próxima à oralidade, supondo-se que, vendo esses trechos é possível ver a produção do trabalho científico, recheado de erros, dúvidas, certezas que caem por terra, enfim sua possibilidade de podermos notar o movimento da teoria.

Também em reuniões semanais com os professores do Projeto Fapesp com o propósito de preparar as aulas, discutir questões pedagógicas, avaliar o trabalho e analisar materiais propostos e/ou utilizados pelos professores, auxiliaram no conhecimento do contexto no qual aplicaríamos a proposta.

Um questionário sobre leitura (anexo II) também foi aplicado previamente, já que havíamos elegido a leitura como um dos aspectos que seriam enfatizados durante a aplicação da proposta. Neste questionário tentávamos captar alguns hábitos de leitura e escrita dos alunos.

Esse conhecimento contextual foi muito importante para conhecermos o “ambiente”, num sentido ecológico da palavra... o fato de entrarmos previamente nas escolas, nas salas de aula, conhecermos um pouco dos alunos e professores, conhecermos o currículo e algumas possíveis formas de interação, nos deram uma chance de adequarmos as necessidades desse ambiente, juntamente aos objetivos que tínhamos em mente.

5.6.1 - OS SUJEITOS

A proposta foi aplicada em quatro salas da última série do ensino fundamental no período diurno em duas escolas diferentes do ensino estadual, na cidade de Campinas - S.P., no último bimestre do ano letivo de 1997.

Três dessas salas se situavam numa só escola. No início do ano, estas salas possuíam em média trinta alunos cada. Quando a proposta foi aplicada, apesar de algumas desistências no decorrer do ano, o número não divergia muito do inicial, pois vários alunos de outras escolas, principalmente de particulares solicitaram transferência para uma das escolas, que segundo eles “para não serem reprovados”. Nessa escola, do levantamento feito junto aos 85 alunos das oitavas séries, 15 deles (17,6%) passaram por escolas particulares²⁰.

No início de 1997 houve uma reestruturação das escolas pela Secretaria da Educação do Estado, na qual os alunos de 1ª à 4ª série foram separados dos da 5ª série até o segundo grau, ou seja, muitos alunos precisaram se deslocar para outras escolas mais distantes à procura de vagas referentes ao seu nível de escolarização. Por exemplo, dos 85 alunos das três 8ªs séries pesquisadas no período diurno de uma das escolas, apenas nove alunos (10,5%) disseram sempre estudar nessa escola. A maioria (62,3%) morava em bairros mais afastados do centro do distrito.

Segundo um questionário respondido por 85 alunos no início do ano, apenas 16 (18,8%) alunos responderam que já haviam trabalhado (entregador de jornal, floricultura do pai, babá, costureira, *office boy*, etc)

Foi observado num outro momento, ao serem tabulados os dados do questionário aplicado pela professora de ciências, uma nítida organização das salas de aula de acordo com as supostas “competências” dos alunos, cujas aglomerações por idade e por repetência foram uma tentativa de homogeneizar as salas. Talvez relacionado a esse fato, encontramos uma 8ª (A) bastante comportada, e duas outras salas (B e C) bastante indisciplinadas. Conforme apontam Almeida & Silva (1994) o desempenho de papéis na situação escolar depende muito das expectativas de cada indivíduo envolvido. Se era pressuposto que as salas B e C eram consideradas as piores, tanto pelos professores quanto pelos próprios alunos, provavelmente elas desempenhariam esse papel de “serem as piores”, pois era isto o esperado.

Quanto à faixa etária, dos 84 que responderam a essa pergunta no questionário, pudemos constatar que a maioria dos alunos estava na idade convencionada como correta, ou seja, 49 alunos (70,2%) possuíam entre quatorze e quinze anos. Dos 25 restantes, 15

²⁰ Dados extraídos de um questionário aplicado por iniciativa de uma das professoras de ciências.

alunos (17,8%) possuíam entre 16 e 17 anos e os outros dez alunos (11,9%) possuíam entre 18 e 19 anos.

Quanto à outra oitava série, aqui denominada de sala Y, estava localizada em outra escola, na periferia da cidade. Possuía apenas 22 alunos, pois durante o primeiro grau vários trocaram o período (do diurno para o noturno), em virtude da possibilidade de trabalharem durante o dia. Desses 22 alunos, pudemos constatar que apenas dois possuíam 15 e 16 anos. A maioria, ou seja, 20 alunos (90,9%) possuíam 14 anos e não haviam repetido em nenhuma das séries anteriores.

5.6.2 - CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

Em virtude do desenvolvimento deste projeto de tese tivemos uma participação bem efetiva desde o início (meados de outubro de 1996 e durante o ano de 1997) no Projeto FAPESP-Ensino Público, junto ao Departamento de Metodologia da Faculdade de Educação da Unicamp, como assinalamos anteriormente.

A Tabela 2 tem o objetivo de apresentar uma sequência estabelecida e obedecida durante o ano de 1997 pelos professores. Apesar de algumas salas não terem obrigatoriamente seguido a mesma ordem, todas as atividades relatadas foram realizadas.

Participamos especificamente do sub-projeto “Conhecimento nas Ciências Naturais: Ações Culturais”. Os objetivos desse sub-projeto eram: *a) verificar as ações de natureza cultural na atuação e nas representações sobre ciência e ensino dos professores das ciências naturais e b) estabelecer princípios para a reorientação curricular nas ciências da natureza.*

Apesar de uma convivência intensa junto às duas professoras participantes do sub-projeto Fapesp, pretendemos neste item fazer apenas uma pequena síntese do trabalho desenvolvido nas duas escolas públicas em que elas atuavam para podermos contextualizar onde a proposta de ensino, objeto desta tese, foi aplicada.

Desde o início do projeto Fapesp (outubro de 1996), participamos de reuniões semanais junto aos professores, onde grande parte do trabalho docente era planejado (tanto atividades em sala de aula, quanto as extra-classe), relatos sobre o desenvolvimento do trabalho, além de pequenas avaliações sobre o seu andamento. Também ocorriam discussões das leituras previamente solicitadas sobre pesquisa e/ou ensino, e também um

aprofundamento de conhecimentos mais específicos sobre os conteúdos de ensino (principalmente os da área de física).

Essas reuniões foram extremamente importantes, pois através delas pudemos entrar em contato com o contexto em que a proposta seria desenvolvida e aplicada, além de contarmos com o auxílio precioso das professoras em sua elaboração. Pudemos conhecê-las e saber um pouco sobre os alunos, entrar em contato com a forma de trabalho docente, discutir o currículo, as formas de avaliação, as formas de leitura, entre tantos outros componentes e intervenientes que permeiam o cotidiano escolar. Além disso, estivemos presentes algumas vezes nas quatro salas de aula, observando o andamento do trabalho. Nessas observações evidências marcantes sugeriram algumas ações na proposta de Fotossíntese e como já dissemos o dado sobre as impressões pessoais, em forma de diários, agendas com poesias, cadernos de questões em comum, foi importante para tomarmos algumas decisões ao longo da proposta.

O projeto Fapesp representou um avanço em relação ao trabalho tradicional nas oitavas séries (comumente se trabalha de forma bastante fragmentada, apenas os conteúdos da química e da física, numa sequência semelhante à do segundo grau). As ações culturais eram um dos objetivos e buscávamos uma forma diferente de trabalhar a ciência no primeiro grau. Um bom exemplo foi o envolvimento dos alunos e professores no primeiro semestre, quando o tema aprofundado foi a Energia Nuclear (assunto usualmente não trabalhado no ensino fundamental), culminando com uma apresentação e debate com os pais (numa das escolas) sobre os prós e contras desse tipo de energia.

Nessa abordagem, o conhecimento de como a energia nuclear se originava e se propagava por ondas eletromagnéticas, deu-nos suporte para trabalhar outro sub-tema - a luz e seus comprimentos de onda, fazendo uma ponte muito interessante para o entendimento da fotossíntese, cujo sub-tema foi utilizado para o planejamento e execução de nossa proposta de ensino.

TABELA 2 - SEQUÊNCIAS DOS SEGMENTOS DO PROJETO FAPESP

1996		1997				1998	
		SUB-PROJETO CIÊNCIAS: “Conhecimento nas Ciências Naturais: Ações Culturais” (Tema: Energia e Ação Humana)²¹					
TEMAS DO PROJETO*	Energia nuclear	Óptica	Mecânica	Som	Luz	Termodinâmica	Fotossíntese
Principais abordagens e/ou atividades	Prós e contras desse tipo de energia	Lentes e outros instrumentos ópticos	Energia potencial e cinética Velocidade do som e luz	Ondas	Natureza da luz Teorias vigentes	Fenômenos terrestres (8ª Y) Cozinha (8ª ABC)	Interação vegetal/luz Diferenças da Respiração

FOTOSSÍNTESE: EVENTOS CHAVES (4 oitavas séries em 11 aulas aproximadamente)						
1	2	3	4	5	6	7
- Questões e posterior discussão do Conhecimento prévio dos alunos sobre a fotossíntese	- Teste do Iodo sobre a presença do amido nos vegetais (em grupos) - Questões (em grupo) - Discussão no grupo grande	- Leitura de texto sobre a LUZ - Início da discussão dos comprimentos de ondas que participam da fotossíntese	- Leitura de texto com trechos de trabalhos dos cientistas, apontando equívocos	- Terrário - Letra e música da Música “Luz do Sol”	- Trechos do vídeo “Fotossíntese numa abordagem histórica”	- Solicitação da escrita de um texto, do qual havia uma história inicial, com estilos diferentes a critério do aluno.

²¹ O Sub-projeto foi desenvolvido com a coordenação de pesquisa da Profa. Dra. Maria José P.M. Almeida, com a participação das duas professoras, da auxiliar de pesquisa Dra. Sadako Yadoya e com a coordenação de ações de Suzani Cassiani de Souza (no segundo semestre de 1997).

5.6.3 - AS DUAS ESCOLAS PÚBLICAS ENVOLVIDAS

Uma das escolas onde a proposta foi aplicada localizava-se numa região central de um dos distritos da cidade de Campinas e possuía as quatro últimas séries do primeiro grau (5ª à 8ª série), além do ensino médio.

O bairro possuía uma boa infra-estrutura, onde se localizava uma das maiores universidades da região. Talvez por essa razão a escola possuísse bastante interferência da universidade, sempre requisitada para pesquisas, estágios, desenvolvimento de projetos. Também tinha um grande número de estudantes ainda não graduados e outros pós-graduandos provenientes da universidade, que ali lecionavam, contratados como ACTs (Admitidos por Contrato de Trabalho). Com professores contratados, portanto sem estabilidade, a continuidade de um trabalho desenvolvido na escola ficava bastante comprometida. Porém, as duas professoras participantes do projeto Fapesp (uma delas de outra escola) licenciadas em Ciências Biológicas, eram efetivas há vários anos, portanto possuíam estabilidade e vínculo nas suas respectivas escolas. Também possuíam curso de Pedagogia, o qual possibilitava o seu trabalho em cargo de coordenação pedagógica, uma na mesma escola em que lecionava e a outra na rede de ensino municipal.

Quanto à estrutura física, uma das escolas possuía 12 salas de aula, inclusive um laboratório bastante incompleto, que era aparentemente mais utilizado para a exibição de filmes do que propriamente para atividades práticas de ciências, pois nesta sala havia um aparelho de vídeo e TV. A biblioteca além de contar com um acervo composto por livros didáticos e enciclopédias, possuía também outro aparelho de vídeo e praticamente era utilizada somente para a exibição de filmes.

Várias mudanças estavam alterando a rotina da escola. Em virtude das verbas que o estado repassou às escolas em geral para a melhoria física dos prédios, e segundo a diretora da escola muitas vezes com um prazo bastante limitado, as reformas foram executadas em pleno período letivo, em meio ao pó e barulho, típico desse trabalho. Infelizmente desse dinheiro gasto pela Secretaria de Educação do Estado, nenhum foi destinado à melhoria salarial dos professores.

Em certos momentos tivemos dificuldades na coleta de dados dentro da sala de aula de uma das escolas, pois na época em que esta ocorreu (nos últimos meses do ano) aconteciam muitas ausências dos professores de outras disciplinas, além de faltas da própria professora das salas, reuniões pedagógicas propostas pela Delegacia de Ensino no horário de aulas, excursões de outras disciplinas, etc.

Quanto à outra escola, onde a proposta foi aplicada em uma sala de oitava série (Y), tratava-se de uma escola de um bairro considerado pobre da periferia de Campinas, onde se situava uma das favelas mais antigas em uma das regiões mais violentas da cidade. Por exemplo, no ano de 1986, ao lecionarmos no mesmo local, pudemos constatar problemas sérios como atos de vandalismo contra a escola, como o ateamento de fogo em metade das salas de aula e até um assassinato na porta da escola.

Segundo a professora, vários problemas ainda ocorriam, relativos à presença de drogas e armas circulando entre os alunos e ainda em decorrência de pessoas estranhas, que muitas vezes pulavam o muro e entravam na escola.

A pequena biblioteca que possuía um acervo bem modesto era bastante utilizada pelos alunos para pesquisas escolares (as quais a professora participante na função de orientadora pedagógica auxiliava na escolha) e empréstimo de livros (romance, aventura, clássicos, etc.). Além disso, ela era utilizada também como sala de vídeo.

No ano em que a pesquisa foi desenvolvida (1997), a professora de ciências relatou que a comunidade participava das ações da escola de forma bastante ativa. Existia uma Associação de Moradores bastante atuante, que participa de reuniões em prol da melhoria do ensino na escola, além da Fundação das Entidades Assistenciais de Campinas (FEAC), que “adotou” a escola, e trouxe alguns benefícios. Por exemplo, em 1997, foram criados plantões de dúvidas para os alunos fora do horário das aulas, com o objetivo de complementar os estudos dos que tinham mais dificuldade. Por outro lado, num dos relatórios do projeto FAPESP, a professora questionou a interferência da FEAC e do Conselho Tutelar, em função da obrigatoriedade da frequência dos alunos à escola pelo Juizado de Menores, os quais apresentam um comportamento quase incontrolável.

Segundo a professora, o terreno da quadra de esportes da escola foi doado pela Igreja (a qual era vizinha da escola), pois nem a escola e nem o bairro possuíam quadras poliesportivas. Em virtude disso, ocorreram algumas tentativas de manter a escola aberta nos finais de semana, transformando-a numa área de lazer. Porém ela foi inviabilizada em virtude de dificuldades na articulação de adultos que pudessem ficar junto aos adolescentes nestes dias.

Nesta escola, além do aparelho de vídeo e TV da biblioteca, existia outro que ficava num antigo laboratório *desativado*, que foi reformado para a sala da coordenação pedagógica. Todos os materiais de laboratório continuavam nesta sala, porém era preciso que os professores, quando pretendessem desenvolver atividades práticas, carregassem esses materiais para dentro da sala de aula, fato que impossibilitava atividades experimentais que precisassem de acompanhamento ou mesmo atividades que exigissem manuseio dos equipamentos pelos alunos. Normalmente eram feitas apenas demonstrações.

A escola contava com 16 salas de aula, funcionando de 1ª à 8ª série e segundo grau, pois não havia sido desmembrada conforme as reformas da Secretaria da Educação, o que possibilitou encontrarmos na sala de aula pesquisada, alunos que haviam estudado nessa escola por oito anos.

As reformas no prédio também aconteceram nessa escola no último bimestre do ano letivo. Novas salas de aula, banheiros e um laboratório estavam sendo preparados para o próximo ano. Percebemos uma exigência grande por parte da direção, em relação ao uso de uniforme e utilização de carteirinhas para acompanhar a frequência dos alunos, além um controle quanto à entrada e saída de pessoas, pois os portões estavam sempre trancados durante o período de aulas, o que aparentemente não acontecia na outra escola.

5.6.4 - A APLICAÇÃO DA PROPOSTA

A série escolhida foi a oitava, na qual em quatro salas estava sendo desenvolvido o sub-projeto de ciências da Fapesp, cujo enfoque priorizava a abordagem do tema geral - energia. Como nosso olhar era voltado aos alunos, consideramos a possibilidade de uma intervenção direta favorecendo assim uma interação maior com os mesmos. Portanto resolvemos que na medida do possível aplicaríamos a proposta em duas

salas, mesmo não sendo a professora “oficial” da turma, levando em conta os fatores limitantes e as possibilidades de sucesso. Dessa forma, em vários momentos esta pesquisadora, além de observar o professor ministrando aulas, assumiu algumas aulas.

Especificamente na sala Y, num período aproximado de dois meses, ministramos a maioria das aulas. Apenas duas aulas, relacionadas à fotossíntese foram dadas pela professora da turma. Iniciamos a proposta de ensino sobre a Fotossíntese nessa classe, no final do mês de setembro.

Para as turmas da outra escola, iniciamos a aplicação da proposta em outubro de 1997. Numas das salas (8ª B), esta pesquisadora também ministrou a maioria das aulas. Apenas duas aulas relacionadas à fotossíntese foram dadas pela professora da classe. Nas outras duas turmas a professora da sala iniciou e concluiu o trabalho de aplicação, enquanto nós em alguns momentos, observávamos e participávamos conforme solicitava a professora. Já sabíamos de antemão, que as salas estavam divididas por critérios de “competência” como havíamos detectado no início do ano letivo, inferindo esse fato de resultados da aplicação de um questionário pela professora. Apesar de alguns problemas que tivemos em relação à faltas, indisciplina, atrasos, além do conturbado período do final de ano com reuniões sobre a formatura, ou mesmo, encontros propostos pela delegacia de ensino, o carisma dos alunos pela professora garantiu a aplicação da proposta.

A professora da escola da classe Y foi muito receptiva em toda a intervenção. Seu auxílio foi extremamente benéfico quando passamos a lecionar em suas aulas. Os alunos estavam muito animados com o novo trabalho e graças ao acompanhamento de uma excursão à EMBRAPA (Empresa Brasileira de Produtos Agrícolas), cujo enfoque era educação ambiental, tivemos uma maior aproximação com os alunos, o que favoreceu muito a aplicação da proposta de Ensino. Apesar da disciplina da classe ser considerada péssima pela professora e por outros professores da escola, havia grande empatia, respeito e participação por quase todos os integrantes da sala.

5.7 - OS DADOS COLETADOS

Segundo Carvalho (1996) o vídeo para a coleta de dados, tornou-se um importante instrumento, quando tentamos descrever o que se passa na sala de aula, pois

durante o momento da análise desses dados nos é permitido selecionar seqüências de ensino, ver e rever essas aulas quantas vezes forem necessárias e mesmo descobrir fatos que só se revelam quando assistimos a fita várias vezes. Essas seqüências de ensino chamados pela autora de **episódios de ensino** são momentos em que fica evidente a situação que queremos investigar, pois desencadeiam “*os processos de busca da resposta do problema a ser pesquisado*”. (p. 6)

Neste sentido, vários eventos ligados a nossa pesquisa (aulas e atividades práticas) foram filmados (aproximadamente 15 horas de gravação). Outros dados foram coletados a partir de questionários e entrevistas informais com os alunos e professores da área de ciências, observações das ações realizadas durante o trabalho docente, registradas num diário de campo, além dos trabalhos escritos pelos alunos. Esses dados foram analisados no capítulo seis, baseado nos referenciais teóricos citados no capítulo três.

A aplicação da proposta durou em média dois meses em cada escola e foi iniciada numa das escolas (8ª Y) no final de setembro, terminando no final de novembro. Anterior ao início da proposta, mesmo que por pouco tempo (quatro aulas) tentamos ambientalizar a sala com o uso da filmadora e gravador, observando a aula da professora. Na outra escola (8ª A, B e C) iniciou-se em outubro (aproximadamente foram 11 horas/aula em cada sala). Nessas salas também tivemos oportunidade de assistir algumas aulas e atividades extra-classe anteriores a aplicação da proposta de fotossíntese.

Em sala de aula atuamos junto aos professores (ora como observadora, ora como professora), aplicando a proposta elaborada. Especificamente, computamos ao longo desse período:

- **Com a sala Y** (em uma sala de aula com 22 alunos):

- aplicação integral da proposta pela pesquisadora (onze horas/aula).

- **Com as salas** (35 alunos em média) **A, B e C:**

- **Oitava A** - observação de seis horas/aula (a proposta foi aplicada pela professora da turma, que requisitava nossa participação esporadicamente).
- **Oitava B** - a proposta foi aplicada em sua maioria pela pesquisadora (oito horas/aula) e pela professora da turma (duas horas/aula).

- **Oitava C** - duas horas/aula pela pesquisadora e seis horas/aula pela professora da sala (a proposta foi aplicada pela professora da turma, que requisitava nossa participação esporadicamente).

A Tabela 3 é uma tentativa de explicitar esses momentos observados, onde procuramos esclarecer o tempo de observação, o tema discutido e o tipo da atividade desenvolvida.

Em vários momentos não foi possível utilizar a filmadora. Como se tratava de quatro salas, algumas vezes culminando em 16 aulas semanais em escolas diferentes, problemas técnicos como o recarregamento de baterias, falta de pessoal para filmagem, falta de verbas para a compra do material, etc, acabaram acontecendo e algumas vezes impediram os registros em vídeo. No entanto, registros no caderno de campo ou a coleta dos materiais produzidos pelos alunos foram também conseguidos, os quais em conjunto

TABELA 3 – MOMENTOS OBSERVADOS, JUNTO AOS ALUNOS NO PROJETO FAPESP - 1997

ESCOLA 1			ESCOLA 2
8ª A	8ª B	8ª C	8ª Y
12/06 – Leitura em voz alta de um texto sobre radiações	23/05 - Discussão dos trabalhos feitos pelos alunos sobre Energia Nuclear	23/05 - Discussão em classe das respostas obtidas nas entrevistas feitas no Centro Oncológico	09/09 – Discutindo experimento da aula anterior /construindo gráficos
12/06 - Discussão do texto da aula anterior	12/06 – Discussão de um texto sobre radiações	23/05 - Leitura em voz alta de um texto sobre Radioatividade e o Acidente de Goiânia	09/09 – Fazendo uma demonstração sobre os diferentes pontos de ebulição de algumas substâncias
27/05 – VISITA AO Centro de Atendimento Intensivo a Saúde da Mulher -Unicamp, com o auxílio de uma profissional da área de física para mostrar aos alunos os equipamentos que utilizam a energia atômica no tratamento do câncer			16/09 – Aula com vídeo sobre usos da energia
			29/09 – Calculando a velocidade de diferentes corpos.
JULHO –Atividade com os pais dos alunos sobre Prós e Contras da Energia Nuclear			SETEMBRO - VISITA A EMBRAPA Meio Ambiente

EVENTOS IMPORTANTES DA PROPOSTA DE FOTOSSÍNTESE/1997			
4/11 – Alunos respondem as questões iniciais sobre Fotossíntese e iniciamos a discussão das respostas dadas as questões	10/10 – Alunos respondem as questões iniciais sobre Fotossíntese	10/10 – Alunos respondem as questões iniciais sobre Fotossíntese	29/09 - Alunos respondem as questões iniciais sobre Fotossíntese e iniciamos a discussão das respostas dadas as questões
5/11 – Continuação da discussão das respostas dadas as questões	31/10 - Discussão das respostas dadas as questões	5/11 - Discussão das respostas dadas as questões	30/09 – Continuação da discussão das questões iniciais sobre Fotossíntese
6/11 – Atividade do Amido	31/10 – Atividade do Amido	5/11 – Atividade do Amido	6/10 - Atividade do Amido
11/11 – Trabalho em grupo. Discussão dos resultados encontrados no teste do Amido	6/11 – Trabalho em grupo. Discussão dos resultados encontrados no teste do Amido	7/11 – Trabalho em grupo. Discussão dos resultados encontrados no teste do Amido	6/10 - Trabalho em grupo. Discussão dos resultados encontrados no teste do Amido
12/11 – Leitura e Discussão das questões do texto a natureza da luz	7/11 – Continuação da discussão da aula anterior com a sala toda.	11/11 – Leitura e Discussão do texto a natureza da luz	3/11 – Discussão geral dos resultados da aula anterior
13/11 – Leitura silenciosa do texto: A nutrição dos vegetais			4/11 - Discussão do texto e das questões a natureza da luz
	7/11 - Discussão do texto e das questões sobre a natureza da luz	12/11 – Leitura silenciosa do texto: A nutrição dos vegetais	11/11 - Leitura silenciosa do texto: A nutrição dos vegetais e posterior discussão
13/11 – Construção do terrário	11/11 – Leitura silenciosa do texto: A nutrição dos vegetais e terrário	14/11 – Construção do terrário e análise da música do Caetano Veloso	18/11 - Construção do terrário e análise da música do Caetano Veloso
19/11 – Construção do terrário e análise da música do Caetano Veloso	11/11 - Vídeo - história do conhecimento sobre fotossíntese e comprimento das ondas e discussão	19/11 – Vídeo - história do conhecimento sobre fotossíntese e comprimento das ondas e discussão	18/11 – Vídeo - história do conhecimento sobre fotossíntese e comprimento das ondas e discussão
20/11 - Vídeo - história do conhecimento sobre fotossíntese e comprimento das ondas e discussão	14/11 – Construção do terrário e análise da música do Caetano Veloso	20/11 - Solicitação aos alunos da elaboração do texto final	24/11 - Solicitação aos alunos da elaboração do texto final
25/11 - Solicitação	21/11 - Solicitação		25/11 - Festa de Final

aos alunos da elaboração do texto final	aos alunos da elaboração do texto final		de Ano Vídeo da Excursão Embrapa
---	---	--	--

nos possibilitaram uma **triangulação dos dados**, ou melhor, um cruzamento que nos permitiu uma “...*checagem de um dado obtido através de diferentes informantes, em situações variadas e em momentos diferentes*”. (Lüdke & André, 1986, p. 52).

Além disso, uma triangulação também foi feita segundo Green & Meyer (1991), através do cruzamento entre a teoria, o método e os dados propriamente ditos (Santa Barbara Classroom Group, 1992). Para uma melhor visualização dos dados obtidos elaboramos a Tabela 4.

5.8 - REAPLICAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

No ano seguinte, pudemos observar novamente a aplicação da proposta na segunda escola (mesma da 8ª Y), em duas salas de oitavas séries com a mesma professora do ano anterior (salas W e Z , com 35 e 32 alunos respectivamente).

Essas observações foram bastante produtivas no sentido de percebermos certas tendências e padrões, já que havíamos adquirido certa experiência no assunto e também para repararmos alguns dos problemas identificados da primeira vez da aplicação.

Nessas aulas utilizamos como recursos para os registros, o gravador e o diário de campo. A sequência utilizada não foi a mesma do projeto Fapesp, pois nessa a Proposta de Ensino de Fotossíntese foi iniciada em meados de maio, em contraponto ao ano anterior iniciada em setembro.

**TABELA 4 - SEQUÊNCIA DOS DADOS OBTIDOS DA PROPOSTA DE
FOTOSSÍNTESE**

Fontes de dados	Ações registradas	Notas e comentários
REGISTROS EM CADERNO DE CAMPO E VÍDEO	Alunas escrevendo anotações pessoais em diários. Conhecendo o trabalho dos professores que participavam do projeto, os estudantes a escola.	Esses dados embora de suma importância no direcionamento da proposta, foram contextuais, ou seja, serviram apenas de suporte para algumas das ações posteriores.
RESPOSTAS ESCRITAS DOS ALUNOS A ALGUMAS QUESTÕES INICIAIS	Coletando informações sobre leitura. (anexo II)	O pesquisador-professor (PP) passa uma folha com questões para os alunos responderem.
	Coletando informações sobre o que pensam os estudantes sobre fotossíntese (anexo III)	O PP e/ou PT (professor titular) entregam as questões separadas uma a uma sem tocar na palavra fotossíntese.
GRAVADO EM VÍDEO	Apresentando a proposta e resgatando algumas concepções sobre Fotossíntese nas respostas das questões.	Início da proposta sobre fotossíntese. Discussão feita por PP e/ou por PT.
GRAVADO EM VÍDEO E RESPOSTAS ESCRITAS	Realizando testes com Iodo e durante a atividade do amido. (anexo IV)	Mantendo a câmera num grupo.
GRAVADO EM VÍDEO E RESPOSTAS ESCRITAS	Discutindo os resultados em grupo do experimento do Amido.	Discussão auxiliada por PP e/ou PT.
RESPOSTAS ESCRITAS	Respondendo questões de um texto sobre a Luz, ênfase à reflexão da luz verde (anexo V)	Discussão feita por PP e/ou por PT, ênfase na última questão, sobre os tipos de ondas refletidas nas plantas verdes
IMPRESSÕES ESCRITAS	Respondendo questões de um texto sobre Fotossíntese com alguns trechos originais de trabalhos dos cientistas de séculos passados escritos em primeira pessoa do singular. (anexo VI)	Relacionando equívocos da ciência com os seus próprios, através de texto histórico. Despertando os silêncios da tradição seletiva dos conteúdos relacionados aos produtos da ciência.
IMPRESSÕES ESCRITAS E ANOTAÇÕES EM DIÁRIO DE CAMPO	Construindo um terrário. (anexo VI)	Instigando o conflito de idéias e discutindo a possibilidade de sobrevivência da planta. Discussão feita por PP e/ou por PT.
REGISTROS EM VÍDEO	Assistindo um vídeo-síntese.	Vídeo Sintetizador. Discussão feita por PP e/ou por PT.
TEXTO ESCRITO*	Escrevendo uma história.	Introdução feita por PP e/ou PT de uma história fictícia que os alunos precisam terminar.

*Não tivemos retorno desse texto de todas os alunos.

6 - APRENDENDO A CONVERSAR CIÊNCIAS

Como já foi contextualizado o cenário onde os dados foram coletados, nesse capítulo tratamos da análise de dados, baseada nos referenciais teóricos em que nos pautamos, enfocando os objetivos que buscamos.

A proposta de ensino foi elaborada e aplicada em quatro salas de aula, abrindo a possibilidade de vislumbrar na prática, questões relativas à mediação da linguagem especificamente em algumas atividades como a leitura, a escrita e a experimentação. O tema Fotossíntese foi um desafio à medida que nos obrigou a pensar na disciplinaridade da leitura, ou seja, pensar a leitura como processo histórico do indivíduo, porém dentro da disciplina ciências.

Além disso, tratar o tema fotossíntese na oitava série, buscando um enfoque cultural e histórico, enfatizando como o conhecimento está sendo construído e observando as interações entre as diferentes áreas da ciência como a física, a química e a biologia, (interação esta normalmente não realizada nos textos didáticos) nos proporcionou indicações de alguns caminhos a seguir quanto ao repensar curricular nessa série.

Iniciamos as análises organizando todo o material, do qual isolamos alguns episódios de ensino considerados relevantes, que foram extraídos das atividades propostas junto aos alunos.

Numa primeira etapa, o material foi dividido em partes, as quais foram relacionadas, buscando identificar tendências e padrões relevantes. Num segundo momento, essas tendências e padrões foram reavaliados procurando suas relações e inferências, num nível de abstração maior. (Lüdke & André, 1986, p. 45.) A primeira etapa nos forneceu elementos para as análises da segunda etapa. A metodologia da pesquisa do Santa Barbara Classroom Discourse Group (1992) nos ajudou a organizar os dados quando da construção de linhas do tempo, tabelas de eventos e das ações dos episódios de ensino.

Este capítulo será dividido em dois tópicos: **os obstáculos epistemológicos** evidenciados nos alunos, junto à noção de continuidade e ruptura e **os efeitos discursivos através da mediação da linguagem**, baseando-nos em G. Bachelard, L. S. Vygotsky, E. Orlandi e M. Pecheux.

Primeiramente, coincidindo com a primeira atividade da proposta, consideramos importante nos aprofundarmos nas respostas das Tabelas 5 e 6. Tanto quanto ao que os alunos pensavam sobre a fotossíntese nesses (pelo menos) oito anos de escolarização e quais eram os obstáculos de aprendizagem, quanto perceber os efeitos discursivos no ensino desse tópico da educação em ciências, pois através desses dados poderíamos proporcionar algumas rupturas a alguns desses obstáculos.

No outro tópico será feito um aprofundamento sobre as estratégias utilizadas na mediação da linguagem como produtora de sentidos e construtora do conhecimento, tendo em vista a aprendizagem do fenômeno da fotossíntese, através da própria linguagem oral, da experimentação, da escrita e da leitura inferindo, por exemplo, como alguns hábitos dos alunos podem ser trazidos para o ensino de ciências.

6.1 - O CONHECIMENTO SOBRE FOTOSÍNTESE ENCONTRADO NOS ALUNOS - OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Iniciamos a proposta com questões relacionadas à fotossíntese para sabermos o que pensavam os alunos sobre esse tema. Como se tratava de oitavas séries, supúnhamos que em suas histórias de vida muitas vezes já poderiam ter entrado em contato com o ensino do fenômeno.

Dessa forma, as questões foram propostas com base na busca da identificação dos conhecimentos que os alunos poderiam trazer ou não sobre fotossíntese, além das concepções alternativas que poderiam estar presentes.

As questões foram recortadas uma a uma e passadas separadamente aos alunos, de um modo que eles não tivessem acesso às questões posteriores antes de responder as anteriores, impedindo de certa forma que as posteriores pudessem ser muito influenciadas pelas anteriores (conforme eles iam terminando, iam entregando aos professores e pegando a próxima). É importante ressaltar que a primeira questão não fazia nenhuma menção direta à palavra “fotossíntese” e nem havia sido citado que iríamos desenvolver uma proposta sobre fotossíntese. A Tabela 5 e 6 dão uma visão geral do que os alunos das duas classes responderam em cada questão e ao mesmo tempo podemos ter uma idéia das formas de pensar de cada um (8^{as} séries C e Y).

TABELA 5 – Questões sobre fotossíntese e Respostas de 23 alunos da sala C (início da aplicação da proposta de ensino)

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
Respostas dos Alunos				
1. Ad	Nas plantas faz a fotossíntese e distribui calor alimento e os animais aproveitam bem a fotossíntese e eles tem bastante contato com a natureza	Sim, que as plantas ela faz seu próprio alimento.	Sim, que as plantas faz fotossíntese, e elas faz os seus próprios alimentos.	Com a cor verde das plantas os fenômenos da natureza traz (trazem) a luz na sociedade.
2. Am	Com a energia emitida pelo sol os animais e plantas ingerem a luz para sua necessidade. As plantas aproveitam a luz do sol pela fotossíntese e os animais pelo feixe de luz	Sim. É o processo que as plantas realizam para seu desenvolvimento, seu alimento e energia.	Que a fotossíntese é fundamental na sobrevivência das plantas e o meio ambiente, é necessário para sua alimentação e luz	Fotossíntese é um fenômeno da natureza, a sociedade da luz que emite a cor verde das plantas.
3. Ar	Através de poros de absorção da luz, os animais para alimentos que certamente não existiriam sem luz no caso das plantas	Oh! (escreve o nome da professora) é claro que já né ?! Fotossíntese é o fenômeno responsável pela reprodução da planta.	Já li mas o livro de Ciências não está aqui e eu não sei o nome. Pigmentação da planta, respiração, etc.	A sociedade não vive sem luz que é responsável por vários fenômenos da natureza por exemplo a cor verde das plantas.
4. Da	As plantas para fazer fotossíntese animais para se esquentar.	Fotossíntese é um processo onde a planta pega o gás carbônico e transforma em oxigênio.	Eu já li mas não me lembro pois faz muito tempo que estudei isso.	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.
5. Di	Elas aproveitam a luz do sol de uma maneira muito importante, pois, sem a luz do sol, as plantas e os animais não sobreviveriam com vida em nosso planeta. Por isso, que é muito importante a luz do sol, para os animais, pois, sem esse feixe de luz, os animais iam morrer. E as plantas, aproveitam também para a fotossíntese, para se reproduzirem. E os animais para sobreviver.	Sim, a fotossíntese é o processo em que árvores e plantas, transformam luz solar em alimento e energia.	Sim, já li em um livro de ciências, que fala sobre fotossíntese, o livro nos fala que a fotossíntese é um processo que as plantas passam.	A cor verde das plantas é existente graças a fotossíntese, esse fenômeno da natureza é uma sociedade entre luz, sol e minerais da terra.

6. Ir	As plantas aproveitam para seu desenvolvimento e crescimento pois a fotossíntese da planta precisa-se de luz que é a do sol. E os animais aproveitam várias coisas como no seu desenvolvimento para as suas caçadas e muitas outras coisas, tem animais que aproveitam a luz do sol para dormir.	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. Que a fotossíntese da planta é muito importante para ela e para os humanos porque com a fotossíntese a planta transforma gás carbônico em oxigênio e para ela para que produza (produza) seus frutos e flores.	A luz do sol é responsável pela clorofila que dá a cor verde das plantas essa sociedade é alguns dos fenômenos da natureza.
7. Ja	As plantas aproveitam para fazer a fotossíntese e gerar energia para sua sobrevivência e os animais comem as plantas	Já ouvi falar que a fotossíntese é o modo que as plantas fazem seu alimento.	Eu já li que a fotossíntese é a forma que as plantas, tem de gerar sua própria energia.	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.
8. Jo	As plantas absorvem a luz do sol para fazerem fotossíntese e produzirem seu próprio alimento. Os animais a utilizam como fonte de calor.	É o processo pelo qual as plantas transformam o CO2 em alimento e energia.	Já, sobre como é o processo de transformação do CO2 em energia e alimento.	A clorofila em sociedade com a luz e os fenômenos da natureza, dão a cor verde das plantas.
9. Jo m	As plantas utilizam a luz do sol para fazer a fotossíntese e os animais aproveitam o feixe de luz para sentir calor	Eu ouvi falar que a fotossíntese é o processo em que árvores e plantas transformam luz solar em alimento e energia.	Eu já li alguma coisa, mas não me lembro	Fotossíntese: a cor verde das plantas é existente na fotossíntese esse fenômeno da natureza é a mistura de luz com os minerais da terra.
10. Ju	As plantas eu acho que absorvem a luz solar e com isso acabam produzindo fotossíntese os animais eu acho que aproveitam a luz solar porque se esquentam com calor do sol	Fotossíntese é um processo que a planta passa que através da energia solar, ela transforma o gás carbônico em oxigênio	Eu nunca tive oportunidade de ler uma matéria sobre a fotossíntese. Mas eu já estudei isso eu acho que na 4ª ou na 5ª série, mas não lembro quase de nada, só do principal.	Alguns fenômenos da natureza como a luz interfere na cor verde das plantas e na economia da sociedade.
11. Lu	Através da fotossíntese / para crescerem e se desenvolverem	Sim. É o processo pelo qual a planta passa para obter energia e alimento necessário para se alimentar.	Sim. Livros escolares, que falam de alimentação, reprodução, etc..	A sociedade destrói (destrói) os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas.
12. Mar	As plantas aproveitam a luz do sol para realizar a fotossíntese e os animais aproveitam a luz do sol para tomar banho de sol, para se alimentar.	Já, eu ouvi falar que para as plantas realizar a fotossíntese ela precisa de luz solar. A fotossíntese é uma alimentação de uma árvore, ou seja qualquer árvore que é verde, ela produz alimento para ela mesmo.	Sim, eu li que para as plantas realizar a fotossíntese precisa da luz solar, e que todas as árvores fazem seu próprio alimento, seu alimento a fotossíntese.	Fenômenos da natureza e a sociedade da luz com a cor verde das plantas.
13. Mi	Os animais aproveitam a luz solar para se aquecerem e se fortalecerem, além do mais a luz faz com que eles se enxerguem	Sim. Fotossíntese é o processo de desenvolvimento que pode ser acelerado, lento, em fim é um processo de modificação de um corpo	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	Na sociedade a luz nomeada com um fenômeno da natureza, que temos por exemplo a influência na cor verde das plantas.

14. Mic	Elas absorvem o calor do sol para fazer a fotossíntese e os animais	Sim, várias vezes e sei que é o processo na qual as plantas absorvem gás carbônico e liberam oxigênio tendo uma enorme importância aos seres humanos.	flor, a borboleta, etc. Acho que sim, o fato de que a 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 a noite em lugar fechado enfim...	Tenho certeza que um dia como os fenômenos da natureza vai despertar uma luz na sociedade fazendo que tal como o dinheiro ela valorize a cor verde das plantas.
15. Ra	A luz do sol é rica e quando sobre os animais e plantas ajudam na produção de vitaminas nos animais fortalecendo os ossos, nas plantas ajudando na fotossíntese.	E o processo natural o qual as plantas transformam a luz solar captada e os minerais da terra em energia e alimento.	Sim já li vários livros sobre isto, um da escola que falava sobre isso.	Fotossíntese é um fenômeno da natureza em que há sociedade entre a luz e os minerais e água da terra. Que são transformadas em alimento, energia propagando a cor verde das plantas.
16. Raf	As plantas aproveitam a luz do sol para realizar a fotossíntese. Os animais aproveitam a luz do sol.	Sim, que a fotossíntese é responsável pela reprodução da planta	Sim em um livro escolar que falava sobre a fotossíntese nas florestas.	A sociedade não vive sem luz e a cor verde das plantas é um fenômeno da natureza.
17. Ri	As plantas aproveitam a luz do sol para fazer a fotossíntese e os animais por sua vez comem essas plantas, então eles se alimentam do sol indiretamente.	Sim a fotossíntese é responsável pela transformação do gás carbônico para oxigênio para no processo da luz do sol	Sim que a fotossíntese realiza a transformação do gás carbônico para o oxigênio.	A sociedade precisa aprender que a cor verde das plantas que a fotossíntese é uma fenômeno da natureza que precisa de luz.
18. Ric	Eles aproveitam através dos feixes de luz que são batidos nas plantas e animais trazendo calor. As plantas são através da fotossíntese que distribui calor e alimento.	Sim. É o modo com que a planta recebe o alimento através do sol.	Sim. Eu li no livro de ciências. O sol conforme bate na planta existe uma substância, um líquido que sai das flores vai para toda a planta, fazendo com que a planta cresça.	A cor verde das plantas vem do nome da clorofila e os fenômenos da natureza com a cachoeira, as montanhas são recebidos a luz do sol fazendo assim uma sociedade.
19. Ro	As plantas o aproveitam no processo da fotossíntese, e os animais para sua sobrevivência pois sem a luz do sol não haveria alimentos para comerem.	É um processo aonde a planta se reproduz através da luz do sol.	Sim, como é realizado a fotossíntese.	A cor verde das plantas é um fenômeno da natureza. A sociedade não vive sem luz.
20. Ros	As plantas aproveita para fotossíntese e receber as energia da luz solar. Os animais para sobreviverem.	Sim já vi falar. São tipos de raios solares. É um fenômeno da natureza.	Sim, mas não me lembro o que	Fenômenos da natureza cor verde das plantas luz da sociedade.
21. RoO	Os animais aproveitam a luz do sol, como forma de aquecimento.	Já ouvi falar que a fotossíntese é o modo as plantas fazem os alimentos.	Eu já li que a fotossíntese é o modo as plantas fazem os alimentos.	Fenômenos da natureza como luz sociedade cor verde das plantas.
22. Ta	No dia a dia eles aproveitam para se alimentarem, produzirem algo e se desenvolverem. Usam para o desenvolvimento da fotossíntese	Sim, fotossíntese é a pigmentação verde das folhas, plantas e etc. Fotossíntese é o fenômeno da reprodução da planta	Já li, quando eu li falava sobre respiração, reprodução, etc. das plantas.	A sociedade não vive sem a luz, e com isso o verde das plantas é um fenômeno da natureza.
23. Wa	As plantas aproveitam para a	Já. O processo de reprodução da	Li reprodução e o processo de vida da	A sociedade da natureza precisa da

	realização da fotossíntese. E os animais para aquecer-se.	planta na utilidade da luz do sol.	planta	luz, CO ₂ cor verde das plantas é um fenômeno da natureza.
--	---	------------------------------------	--------	---

TABELA 6 – Questões sobre fotossíntese e Respostas de 22 alunos da sala Y (início da aplicação da proposta de ensino)

Questões	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
Respostas dos Alunos				
01. Ad	As plantas utilizam o sol para produzir fotossíntese e crescer. Os animais aproveitam para se aquecer, e a maioria dos animais caçam enquanto está sol	Sim. É um processo da natureza, é a troca e produção de seiva, oxigênio e CO ₂ .	Sim. Como é o seu processo e em que ela ajuda às plantas.	Fenômeno da natureza luz X cor verde das plantas
02. Al	Pelo determinado tempo que elas ficam no sol	Sim. Que a fotossíntese é algo ligado a animais e plantas.	Sim. Eu li mas não me lembro o que é e como explicar.	O fenômeno da natureza e a sociedade precisam de luz e adoram comer coisas de cor verde das plantas
03. And	Não sei. Mas eu acho que é para secar e pegar um bronzado	Sim. É quando a planta para fechar até o feixe para liberar a seiva bruta.	Sim. Não me lembro o que eu li.	Os fenômenos da natureza e luz formam plantas para sociedade destruir
04. Br	O sol é muito importante para as plantas, pois ela sobrevive com o sol	Já, mas eu não me lembro o que é...	Já, mas eu não me lembro.	Os fenômenos da natureza são a sociedade das plantas.
05. Da	Na minha opinião as plantas aproveitam a luz do sol na reprodução, na fotossíntese é bom a planta ficar no sol mas também na sombra.	Fotossíntese é a vida da planta, porque sem ela, elas não sobrevivem	Sim, como ela funciona nas plantas.	A cor verde das plantas são um fenômeno da natureza, que precisa de luz e que tem na nossa sociedade.
06. En	Elas aproveitam a luz do sol para sua sobrevivência, como eles iriam viver sem a luz do sol.	Sim, fotossíntese é o processo das plantas.	Sim, mas não me lembro.	A fotossíntese é um fenômeno da natureza que mostram as cores verdes das plantas com um rato de luz.

07. Eri	As plantas necessitam do sol para seu crescimento. O sol é necessário para a sobrevivência dos animais, pois ele é responsável pelo aquecimento da terra. Sem o sol não haveria luz, não haveria vida.	Sim é um processo de respiração da plantas.	Já não me lembro	A fotossíntese é um processo que acontece através da luz do sol com a cor verde das plantas, são consideradas fenômenos da natureza
08. Ern	Para se comer, beber andar por que a noite elas dormem isso é o caso dos animais, da planta é para eles tomar um pouco de calor para ela sol é fundamental para seu crescimento	Sim, é quando há troca de gás carbônico por oxigênio.	Sim. As reproduções das plantas.	Na sociedade a cor verde das plantas transmite uns fenômenos da natureza que é lindo como a luz.
09. Fe	As plantas aproveitam a luz solar para fazer a fotossíntese e os animais aproveitam a luz solar para aquecer, plantar, etc.	Sim, a fotossíntese é um processo que as plantas usam para se alimentar.	Sim, eu li que a fotossíntese é o meio de alimentação das plantas, as raízes sugam a água e os minerais do solo que se mistura com sol fazendo a fotossíntese	A sociedade das plantas recebe a luz solar e ocorre fenômenos da natureza, como a cor verde das plantas.
10. Ga	Através da fotossíntese ocorrida nas plantas (provocada também pelo sol) é obtida a "vida" de uma planta e assim o alimento para alguns animais, sem falar na visão, na irradiação que nos bronzeia no ciclo do ar, etc.	Sim, é um fenômeno ocorrido através da união da água, oxigênio, luz solar e sais minerais.	Sim, o que é..., e os seus efeitos.	Um dos fenômenos da natureza é a fotossíntese, ou seja, a cor verde das plantas, para que isto ocorra é necessário que haja luz solar e este fenômeno pode ser observado pela sociedade
11. Gi	O calor que eles não ficam com frio esquentam o corpo deles	Sim, são as plantas que fazem fotossíntese para respirar	Sim as plantas liberam o oxigênio e solta o oxigênio e ela respirar e soltar o oxigênio para a gente	A sociedade adora a cor verde das plantas com a luz do sol com o fenômenos da natureza.
12. Hu	As plantas usam a luz para poder fazer a fotossíntese e assim conseguir trabalhar seu alimento, os animais para reterem o calor, fora que a luz serve para iluminar o que está ao redor	Sim, é uma forma das plantas produzirem e trabalhar seu alimento e durante o dia fazem oxigênio e à noite CO2 Eu vi na escola.	Sim, revistas, livros dados pela escola,	Quando uma planta possui cor verde e recebe luz acontece um fenômeno da natureza chamado fotossíntese que beneficia sociedades e ela mesma com ar e para plantas glicose e ar.
13. Jo	Acho que para ter uma ajuda para poder sobreviver	Sim, é o processo pelo qual as plantas respiram o gás carbônico e soltam o oxigênio.	Sim, mas não me lembro muito bem.	A cor verde é um dos fenômenos da natureza que depende da cor verde das plantas e da luz
14. Ju	Aproveitam para poder viver, e a planta também para poder se reproduzir	Já. Eu esqueci	Já esqueci.	A cor verde das plantas mas a luz é uma sociedade e um dos fenômenos da natureza.
15. Ka	As plantas aproveitam principalmente pela fotossíntese que se não existisse não haveria vida, a luz do sol é muito importante para todos os seres	Sim, é um fenômeno que ocorre na natureza nos desenvolvimentos das plantas. O restante eu vi ainda esse ano mas	Não, se li não me lembro.	A luz é essencial nos fenômenos da natureza, inclusive a fotossíntese, fenômeno que proporciona a cor verde da planta

	viventes, aquece, alimenta através da fotossíntese das plantas que os animais comem, ilumina, etc	não me recordo.		
16. Má	Não sei	Sim, é o fenómeno da natureza.	Sim, o que é, o que faz, etc.	A luz dá a cor verde das plantas, isso é um fenómeno da natureza na sociedade.
17. Ma	Alguns animais aproveitam a luz do sol para se secar depois de ter se molhado na água.	Sim é a forma de alguns animais produzir seu próprio alimento.	Sim, animais que produzem seu alimento.	Sociedade, cor verde das plantas, fenómenos da natureza, luz.
18. Ro	Desde o principio da história dos seres vivos, o homem vem necessitando muito de calor natural para poder sobreviver. E a principal fonte de calor que não só os homens como também os animais, vem do sol. O sol ajuda as plantas no processo da fotossíntese, e na cadeia alimentar dos animais; eu acho que sem o sol não haveria luz aqui na terra, e em consequência não haveria vida.	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.	Já li muito em livros didáticos das séries passadas mas não me lembro bem, mas pelo que eu me lembro as plantas precisam de luz para produzir oxigênio.	São vários os fenómenos da natureza. Alguns deles são que a clorofila ajuda na cor verde das plantas e que a luz contribui para a existência da sociedade.
19. Sh	Planta para sobreviver, animal não sei	Sim, mas não me lembro o que é.	Já li mas não me lembro	A cor verde das plantas vem com a ajuda da luz, e com os fenómenos da natureza também, mas a sociedade não ajuda.
20. Vi	Para se aquecer, para a fotossíntese e muitas outras coisas importantes	Na minha opinião é quando a planta troca o gás carbônico pelo oxigênio é um processo de recomposição	Sim, na 6 série que a minha professora ensinou sobre animais e as plantas e nós temos nos livros.	A cor verde das plantas é a sociedade de fenómenos da natureza como por exemplo a luz.
21. Viv	Não sei, talvez um meio de sobrevivência	Sim, mas não me lembro.	Sim, não sei.	A luz é importante para a sociedade e é ela que dá a cor verde das plantas, isto são fenómenos da natureza.
22. We	Os animais utiliza o sol pois o sol auxilia em muitas coisas, para secarem coisas, etc.	Alguns dizem que para os animais fazerem seu próprio alimento e que também é um processo que a planta faz.	Já mas esqueci, o que me lembro tem algo a ver com as plantas.	Sociedade, cor verde das plantas fenómenos da natureza da luz.

Numa tentativa de síntese, tentamos tabular os dados para que pudéssemos observar quais os conhecimentos que os alunos traziam sobre fotossíntese, captando algumas concepções alternativas e levantando o que não havia sido tocado nesses anos de escolarização.

Questão 1 - Na sua opinião, como as plantas e animais aproveitam a luz do sol?

Embora de maneira bastante objetiva, a maioria das respostas, 20 dos 23 estudantes analisados e relatados na Tabela 5 (8ª C), citaram a palavra fotossíntese fazendo uma relação direta da luz com o fenômeno. Este fato pode ser considerado relevante, pois até então não havíamos citado qual o trabalho iríamos desenvolver, ou seja, essa iniciativa foi dos próprios alunos. Somente na segunda questão, a qual ainda não haviam recebido, é que surge pela primeira vez a palavra fotossíntese no nosso trabalho.

Quanto ao relacionamento da luz com os animais, nove estudantes relacionaram o calor como uma forma de aproveitamento da luz (recentemente haviam terminado o estudo do calor com a professora). Cinco estudantes lembraram da produção de alimentos ser possível pela presença de luz, o que indiretamente beneficiaria os animais. Três responderam sobre a possibilidade dos animais sobreviverem pelo fato de poderem aproveitar a luz do sol, sem maiores detalhes. Dois deles enfatizaram a importância do ato de ver e deste ser possível em virtude da presença de luz. Finalmente um deles colocou a produção de vitaminas que os animais produzem estimulados pelo sol.

Na Tabela 6, dos 22 alunos da 8ª Y que responderam essa questão, oito citaram que as plantas aproveitam a luz solar através da fotossíntese.

Além disso, 10 alunos citaram que as plantas dependem da luz para crescer, desenvolver-se ou reproduzir-se. Quanto aos animais, em relação ao seu aproveitamento da luz, doze alunos relacionaram a luz com o calor (também haviam terminado um estudo recente sobre o calor). Seis apontaram vagamente a luz relacionada à sobrevivência dos animais. Quatro estudantes colocaram a visão como exemplo de aproveitamento da luz pelos animais e dois a relacionaram diretamente ao desenvolvimento de atividades humanas, ou não.

Somente um aluno respondeu que não sabia a resposta e dois disseram não ter certeza do que estavam falando. Além disso, outros três colocaram a possibilidade da existência dos alimentos em decorrência da luz e finalmente somente um estudante colocou o ciclo do ar como resultado da interação entre a luz e as plantas.

Questão 2 - Você já ouviu falar em fotossíntese? O quê?

Nessas respostas encontramos dez estudantes da 8ª C (Tabela 5) ressaltando que as plantas fazem (ou transformam, obtêm, produzem, recebem) seu próprio alimento. Seis citaram a transformação da luz em energia. Outros cinco estudantes relacionaram o fenômeno à reprodução da planta. Três relacionaram o fenômeno à produção de oxigênio. Outros isoladamente colocaram a fotossíntese como a respiração da planta, um processo de modificação dos corpos, tipos de raios solares e a pigmentação verde da planta.

Na Tabela 6, entre os alunos da 8ª Y, cinco estudantes colocaram vagamente que a fotossíntese: é um processo das plantas, algo ligado a animais e plantas, um fenômeno da natureza, a sobrevivência da planta, fenômeno que ocorre no desenvolvimento da planta, um processo que as plantas fazem.

Quatro estudantes colocaram que não se lembravam o que era o processo.

Três alunos apontaram para a Fotossíntese como um processo de respiração da planta. Um desses alunos citou que essa respiração é a troca do gás carbônico pelo oxigênio.

Dois alunos colocaram como sendo um processo que os animais fazem para produzir seu próprio alimento. Outros dois esclareceram que é um processo que as plantas usam para se alimentar.

Um dos alunos disse que é uma troca de gás carbônico pelo oxigênio. Um aluno disse que durante o dia a planta faz oxigênio e à noite gás carbônico.

Um colocou como sendo a absorção dos feixes solares para ajudar no processo da cadeia alimentar. Outro também falou em feixes solares (assunto estudado anteriormente) dizendo que a *planta fecha até o feixe para liberar seiva bruta*.

Enfim um aluno apontou para um fenômeno onde ocorre a união da água, oxigênio, luz solar e sais minerais.

Questão 3 - Você já leu algo sobre fotossíntese? O quê?

Observando a Tabela 5 (8ª C), embora não tivéssemos perguntado o local dessa leitura, oito alunos disseram ter lido sobre o assunto na escola.

Seis desses estudantes relacionaram fotossíntese com a produção de alimentos e dois disseram ser uma forma de gerar energia. Três disseram ser a reprodução da planta, dois estudantes responderam ser a sobrevivência, enquanto outros dois disseram ser a respiração da planta e mais dois ainda citaram ser a transformação do gás carbônico em oxigênio. Quatro estudantes disseram não se lembrar do assunto.

Três responderam separadamente ser a fotossíntese: a pigmentação verde, um processo das plantas e o crescimento da planta através de um líquido que sai das flores e vai para toda a planta. Um aluno respondeu que a fotossíntese acontece o tempo todo na natureza, todos passam pelo processo, e exemplifica a flor e a borboleta. Outro diz ter lido algo sobre não podermos dormir com plantas à noite, pois estas liberam o gás carbônico.

Na Tabela 6, das 22 respostas, 11 estudantes disseram não se lembrarem. Seis alunos colocaram vagamente que é um processo das plantas e três relacionaram suas leituras sobre fotossíntese diretamente com a escola. Um aluno respondeu de forma bastante satisfatória, exceto pela falta do gás carbônico. Um dos alunos continuou afirmando que os animais são produtores de alimentos e outro afirmou que o oxigênio é produzido “para nós”.

Questão 4 - Tente montar uma frase que inclua todas as palavras mencionadas abaixo: cor verde das plantas, fenômenos da natureza, sociedade, luz.

Nessa questão, uma livre associação de palavras, podemos perceber que a maioria das respostas **não** é um mero agrupamento das palavras. Análises dessas frases, nos levantaram uma importante questão dentro do ensino de ciências. Essas análises serão

vistas num item posterior (6.2). No próximo item, descreveremos as análises das três primeiras questões dos estudantes das duas salas (Tabelas 5 e 6).

6.1.1 - SOBRE OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Em virtude do ensino de ciências ser geralmente recheado de definições, das quais os conceitos precisam ser memorizados pelos alunos, ao observarmos as suas respostas, é possível afirmar que eles já possuíam um conhecimento satisfatório sobre a fotossíntese e com possibilidades de avanços, quando pensamos na fase de desenvolvimento em que estão esses alunos levando-se em consideração a idéia de processo.

Dessa forma, quando pensamos o ensino de ciências ou qualquer outra disciplina, podemos perceber como a escola pode participar desse processo de construção, pois quando a criança “entra” num mundo formado pelos adultos ela vai aprendendo a se apropriar dessa cultura. Essa internalização não é mecânica, o sujeito atua e interage com o meio, sendo assim o “*neurônio se alimenta de cultura*”:

“O significado das palavras evoluem... a palavra é primeiramente uma generalização do tipo mais primitivo; à medida que o intelecto se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado...O desenvolvimento dos conceitos, ou do significado das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade de comparar e diferenciar.”(Vygotsky, 1993, p. 72)

Por outro lado, as palavras precisam se relacionar com as outras para produzir um certo discurso, por exemplo para poder falar da ciência, saindo dos sentidos do senso comum, seu sentido (o da palavra) é aplicado depois desse processo.

Para sabermos até que ponto a fotossíntese fazia sentido para os alunos, bem como para percebermos a construção sócio-histórica do fenômeno no contexto escolar, nos pareceu extremamente importante captarmos algumas de suas idéias prévias, além de ser um ponto de partida para o planejamento de ações mediadoras da construção desse conhecimento.

Numa tentativa de classificação das respostas, não somente desse primeiro questionário, mas também das respostas dadas ao longo da proposta, primeiramente analisamos esses dados sob o referencial de Bachelard com base nos obstáculos

epistemológicos: **o conhecimento geral, a experiência primeira, o obstáculo verbal e o conhecimento pragmático.**

Consideramos que não se tratava apenas de uma constatação relacionada às formas de pensamento dos alunos, mas também de um caminho para dar continuidade aos seus saberes, pois se tratava das interpretações que eles vinham fazendo durante suas vidas, conforme suas memórias discursivas.

6.1.2- O CONHECIMENTO GERAL

Para nós o sujeito é fragmentário, ou seja, ele é descontínuo e incompleto, quando falamos de sua condição real. Porém, quando se pensa numa condição virtual do sujeito, podemos perceber que sua vocação é totalizante, ou seja, ele tem a necessidade de ter sempre a sensação de saber tudo. Geralmente dizemos que esse obstáculo está associado às situações quando os sujeitos não têm dúvidas, nem questões, nenhum desafio, portanto nada a aprender. Somente há o conhecimento vago, com a sensação de que se sabe tudo.

Podemos tranquilamente, reconhecer esse obstáculo quando trabalhamos o fenômeno da fotossíntese. A maioria das pessoas tem uma explicação para o fenômeno e quase sempre é bastante limitada e recheada de concepções alternativas. Ele é considerado de fácil entendimento, criando certamente um obstáculo quanto ao seu aprofundamento. Uma das professoras já havia salientado isso logo no início do projeto Fapesp "...mas você vai trabalhar fotossíntese? Ah, isso eles já sabem!"

Nas duas Tabelas é possível percebermos algumas respostas bastante vagas e que ao mesmo tempo dão a impressão de que explicam tudo, quando os alunos responderam que já tinham ouvido falar em fotossíntese:

Sim, fotossíntese é o processo das plantas . En Q2 tab 6²²

Sim. Que a fotossíntese é algo ligado a animais e plantas. Al Q2 tab 6

Sim, é o fenômeno da natureza. Ma Q2 tab 6,

Sim, é um fenômeno que ocorre na natureza nos desenvolvimentos das plantas. Ka Q2 tab 6

Em algumas respostas um dos alunos parece ficar um pouco indignado com a pergunta, mas responde em seguida a "reprodução" como sinônimo de fotossíntese:

²² En é o nome do aluno, Q2 é o número da questão e tab 6 é onde se encontra a resposta, ou seja, Tabela 6.

Oh! (escreve o nome da professora) é claro que já né ?!
Fotossíntese é o fenômeno responsável pela reprodução da planta. Ar Q2 tab 5 (grifo nosso)

Foram bastante raras as respostas que traziam, por exemplo, as transformações da fotossíntese, citando corretamente os reagentes e os produtos adquiridos. Normalmente elas se apresentaram bastante confusas, onde produtos apareciam no lugar dos reagentes:

Sim, é um fenômeno ocorrido através da união da água, oxigênio, luz solar e sais minerais.
Ga Q2 tab 6 (grifo nosso)

Houve até, em várias respostas uma limitação desses reagentes, não se levando em conta as variáveis do processo da fotossíntese. Por exemplo, na frase que se 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:

Luz $\longrightarrow$ alimento + energia

Sim, a fotossíntese é o processo em que árvores e plantas, transformam luz solar em alimento e energia. Di Q2 tab 5

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. Jo Q2 tab 5

CO₂ $\longrightarrow$ energia + alimento

Foi possível percebermos esse obstáculo chamado por Bachelard de Conhecimento Geral, não somente nas respostas escritas de maneira demasiadamente vaga ou fixa e segura, mas também nas colocações que alunos e professores fizeram frente à palavra fotossíntese. Derrubar esse obstáculo não é fácil e talvez nem seja possível. Principalmente quando pensamos na proposta que aplicamos em tão pouco tempo. Mas percebemos que isso precisaria ser transposto já que seria um impedimento ao trabalho e à compreensão do fenômeno de forma um pouco mais completa.

6.1.3 - O OBSTÁCULO VERBAL DA PALAVRA FOTOSSÍNTESE

Com certeza o próprio nome “Fotossíntese” (do latim = síntese da luz) já é por si só um obstáculo, conforme afirma Bachelard, pois ela traz uma carga de sentidos para cada indivíduo. Pudemos encontrar nas duas Tabelas (5 e 6), alguns deslizos de sentidos, principalmente com a palavra fotossíntese que é amplamente utilizada como sinônimo de reprodução, energia, respiração, pigmentação da planta, transformação e metamorfose, alimento.

- 1) **Reprodução = fotossíntese** Tendência em perceber como processos semelhantes e não conseqüentes, ou seja, a reprodução da planta depende da fotossíntese:

É um processo aonde (onde) a planta se reproduz através da luz do sol. Ro Q2 tab 5

- 2) **Energia = fotossíntese** Há nessas duas palavras um grande espaço para as generalizações. Elas são representantes importantes na linguagem da ciência e “energia” é amplamente utilizada. Nesse caso, os alunos utilizaram essa palavra como um dos produtos da fotossíntese, separando-a do produto “alimento” (glicose) com a palavra “e” (alimento e energia). Nesse caso a glicose é 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. Jo m Q2 tab 5 (grifos nossos)

- 3) **Respiração = fotossíntese** Essa tendência em relacionar a respiração das plantas como sinônimo de fotossíntese é um dos obstáculos mais freqüentes que 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. Ar Q3 tab 5

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. Ir Q2 tab 5

Sim é um processo de respiração da plantas. Eri Q2 tab 6

Sim, são as plantas que fazem fotossíntese para respirar Gi Q2 tab 6

Sim, é o processo pelo qual as plantas respiram o gás carbônico e soltam o oxigênio. Jo Q2 tab 6 (grifos nossos)

3') Neste subitem há uma ênfase encontrada somente na transformação do gás carbônico em oxigênio, desconsiderando os outros reagentes (água) e produtos (glicose e água):

Sim que a fotossíntese realiza a transformação do gás carbônico para o oxigênio. Ri Q3 tab5

3'') Nesse tipo percebemos a ênfase do fenômeno na transformação do gás carbônico em oxigênio durante o dia e à noite o inverso, desconsiderando a respiração dos vegetais 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 CO₂
Eu vi na escola. Hu Q2 Tab 6*

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 poderemos dormir com plantas no quarto, pois estas liberam o gás carbônico:

Acho que sim, o fato de que a 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 a noite em lugar fechado enfim...Mic Q3 tab 5

3''''') Há ainda a ênfase na questão da recomposição do oxigênio, pela fotossíntese, esquecendo-se da produção de alimentos:

Na minha opinião é quando a planta troca o gás carbônico pelo oxigênio é um processo de recomposição Vi Q2 Tab 6

4) Metamorfose = fotossíntese

Nesse 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. Mi Q3 tab 5*

5) Efeito de frases feitas - “Os vegetais produzem seu próprio alimento”

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

Alguns dizem que para os animais fazerem seu próprio alimento e que também é um processo que a planta faz. Wes Q2 tab 5

Sim é a forma de alguns animais produzir seu próprio alimento. Ma Q2 tab 5

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, ao mesmo tempo em que é inevitável, pela incompletude da língua e conseqüentemente o uso de metáforas. Ele precisa ser ultrapassado para podermos conversar no sentido das palavras na ciência.

Essa etapa da aplicação da proposta foi importante para essa percepção.

6.1.4 - 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.

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 1 (p.10), estudantes que colocam como função da clorofila a de dar a cor verde às plantas:

Sim, fotossíntese é a pigmentação verde das folhas, plantas e etc... Ta Q2 tab 5

2) Somente as plantas verdes realizam a fotossíntese...

Já, eu ouvi falar que para as plantas realizar a fotossíntese ela precisa de luz solar. A fotossíntese é uma alimentação de uma árvore, ou seja qualquer árvore que é verde, ela produz alimento para ela mesmo. Mar Q2 tab 5 (grifo nosso)

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 na qual as plantas absorvem gás carbônico e liberam oxigênio tendo uma enorme importância aos seres humanos. Mic Q2 tab 5

Sim as plantas liberam o oxigênio e solta o oxigênio e ela respirar e soltar o oxigênio para a gente Gi Q3 tab 6 (grifos nossos)

4) Fotossíntese = receber alimentos do sol. Sentido passivo do vegetal com o verbo receber. Como se o vegetal não passasse por todos os processos de transformação química e não necessitasse de outros elementos:

Sim. É o modo com que a planta recebe o alimento através do sol. Ric Q2 tab 5 (grifos nossos)

5) 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, pode ficar a impressão de que estes são os “bons” da cadeia, contra os animais predadores, que normalmente são vistos como “maus”:

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. Ro Q2 tab 5 (grifo nosso)

Numa tentativa de síntese poderíamos expor essas idéias que trouxeram os alunos, conforme explicitado na Tabela 7 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, não levamos em conta o seu próprio movimento. Eles têm relações uns com os outros. Algumas vezes essas relações são conseqüentes, outras elas se inter-relacionam influenciando o outro, em outras relações ainda é possível encontrarmos esses obstáculos sobrepostos. Eles não podem ser entendidos como simples formas classificatórias de pensamento.

Tentando explicitar em outras palavras, o que acabamos de dizer é resultado das próprias análises e das dificuldades de encontrarmos determinados locais para os pensamentos dos alunos. Não existem locais fixos para esses pensamentos. Por exemplo, o Obstáculo Conhecimento Geral pode ser resultante do Experiência Primeira. Da mesma forma quando se tem esse tipo de conhecimento sobre fotossíntese bastante vago e

TABELA 7 - Sobre os obstáculos da fotossíntese encontrados nas respostas dos alunos

Experiência primeira	Conhecimento vago	Obstáculo Verbal	Pragmático
Explicações (geralmente na escola) superficiais	Fotossíntese eu já sei	Deslizes de sentidos	Função causal
Exemplos encontrados ➤ 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 ➤ gás carbônico se transforma em oxigênio ➤ fabrica alimentos ➤ trocas gasosas ➤ transformação	Exemplos encontrados ➤ função de purificar o ar para os seres humanos ➤ ajuda na cadeia alimentar ➤ a cor verde como responsável pela fotossíntese	
Alunos captam o imediato	Gera imobilidade no pensamento	Resultado em falsa explicação a respiração e fotossíntese são vistas como sinônimos	Indução utilitária

superficial, porém com a impressão de que se sabe tudo, a palavra (fotossíntese) torna-se um Obstáculo Verbal, a medida que desliza para outros sentidos em virtude da própria mobilidade de pensamento e da não necessidade de coisas a saber. Da mesma forma, o Pragmático vai a reboque funcionando induzidamente pela própria forma de pensar o mundo não casual (distante da teoria da evolução). Também o inverso também pode ocorrer, pois eles estão sempre se relacionando.

6.2 - AS RESPOSTAS À QUESTÃO 4: MUITO MAIS QUE UM SIMPLES AGRUPAMENTO DE PALAVRAS

A ciência (bem como outros discursos) está sujeita a gestos de interpretação, que são próprios da língua e que surgem na falha, no efeito metafórico. Nessa linha de Análise de Discurso Francesa que nos inscrevemos, uma mesma palavra, numa mesma língua, significa diferentemente, dependendo da posição do sujeito e da inscrição do que diz em uma ou outra forma discursiva, pois ao falarmos nos filiamos a uma rede de sentidos. Então é importante que haja um esforço na análise no sentido de **descrever a relação do sujeito com sua memória**, pois não se trata de interpretar o texto, nem de simplesmente descrevê-lo, mas sim compreender como o texto produz sentidos, através de seus mecanismos de funcionamento. Além disso, é importante distinguir **quais gestos de interpretação estão constituindo os sentidos**.

Quando pensamos uma disciplina específica como é a de ciências no primeiro grau, num dado momento em que fazemos questões relativas ao conhecimento que os estudantes têm de determinado conteúdo, sem um objetivo concreto de provar seu conhecimento ou algo que necessite de avaliação com notas, porém colocando palavras que possuem uma certa ambigüidade nesse contexto, como é o caso de “sociedade”, o resultado é bem interessante porque é possível perceber sintomas de como a língua se inscreve na história, mobilizando um saber, que vem por uma filiação de sentidos. (Orlandi, 1998).

Quando palavras se combinam, muito mais do que saber as definições de cada uma, provenientes de um dicionário, por exemplo, é preciso saber somar essas partes. Quando se fala dentro de uma disciplina como a de ciências, é preciso usar essas palavras

para falar as coisas da ciência, falar dentro de certas especificidades exigidas no discurso científico.

Nesse esforço de entender mais profundamente essa relação língua e história, através das interpretações dos sujeitos é preciso levar em conta, ou melhor dizendo, é imprescindível levar em conta o jogo entre o estabilizado e o sujeito a equívoco. Como diz Orlandi quando cita Pecheux o *“pedagogicamente higienizado” convive com o movimento indeciso das interpretações.* (1998), onde há lugar para a falha, para o equívoco, para o efeito metafórico.

Partimos da premissa que a questão 4 permite escutarmos a própria constituição dos sentidos pela maneira como o aluno construiu a frase, pois ao fazer uma associação livre com quatro palavras que não estão diretamente relacionadas, esse material revelou-se importante para começarmos uma análise de quais são os limites da discursividade da ciência na sala de aula, ou seja, percebermos onde começa a se distanciar o discurso científico apropriado como objeto de estudo na disciplina de ciências, de outros presentes na memória discursiva dos estudantes.

6.2.1 - O SENTIDO: SOCIEDADE HUMANA

Para iniciarmos a análise, observemos a questão 4 da Tabela 5 (8ª C), num primeiro momento, especificamente a palavra “sociedade”. Poderíamos dizer que a palavra “sociedade” está no limite entre o discurso da ciência e do senso comum, pois é possível perceber a inserção do sujeito ou não, na sociedade, quando analisamos as frases onde esta palavra está inserida.

É interessante notar que para alguns estudantes, ela vem no 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 na Tabela 5, 14 deles (1, 3, 4, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22) utilizaram essa mesma palavra para falar da sociedade humana, ou seja, utilizaram a **“mesma palavra com o mesmo sentido em relação a diferentes**

interlocutores”. É o que Orlandi se refere quando cita a paráfrase. Observemos alguns exemplos:

1. Ad: Com a cor verde das plantas os fenômenos da natureza traz (trazem) a luz na sociedade
3. Ar: A sociedade não vive sem luz que é responsável por vários fenômenos da natureza por exemplo a cor verde das plantas.
4. Da: 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.
7. Ja: 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
11. Lu: A sociedade destrói (destrói) os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas.
13. Mi: Na sociedade a luz nomeada com um fenômeno da natureza, que temos por exemplo a influência na cor verde das plantas.
14. Mic: Tenho certeza que um dia como os fenômenos da natureza vai despertar uma luz na sociedade fazendo que tal como o dinheiro ela valorize a cor verde das plantas.
20. Ro: Fenômenos da natureza cor verde das plantas luz da sociedade. ” (grifos nossos)

Num primeiro momento, é possível observarmos através das palavras grifadas nas frases dos alunos, que o sentido de “sociedade” vai para o de “sociedade humana” Há 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).

6.2.2 - O SENTIDO: SOCIEDADE COMO ASSOCIAÇÃO

No entanto, em outras sete respostas (ainda da Tabela 5 dos alunos de números 5,6, 18) encontramos a mesma palavra com um sentido de “sociedade” como sinônimo de “associação” da luz com outros fenômenos da natureza. Por exemplo:

5. Di: A cor verde das plantas é existente graças a fotossíntese, esse fenômeno da natureza é uma sociedade entre luz, sol e minerais da terra.
6. Ir: A luz do sol é responsável pela clorofila que dá a cor verde das plantas essa sociedade é alguns dos fenômenos da natureza.
18. Ric: A cor verde das plantas vem do nome da clorofila e os fenômenos da natureza com a cachoeira, as montanhas são recebidos a luz do sol fazendo assim uma sociedade. ” (grifos nossos).

Esses exemplos citados e grifados acima têm um sentido de sociedade mais interacional, algumas vezes relacionados a algumas memórias dos conceitos mais ligados à Ecologia, relacionados à dinâmica populacional e à taxonomia, conceitos dos quais

sociedades, populações, família, espécie, entre outros, possuem sentidos próprios desse conhecimento mais específico, diferentes da linguagem utilizada no dia-a-dia, ou diferentes de outras áreas do conhecimento como a Sociologia por exemplo.

No exemplo abaixo, a natureza vem ainda com um sentido de uma grande sociedade:

23. *Wa: A sociedade da natureza precisa da luz, CO₂, cor verde das plantas é um fenômeno da natureza.* (grifos nossos)

Nos exemplos seguintes, parece haver uma relação com a composição da luz branca por diferentes cores e a reflexão da cor verde, quando colocam a “sociedade da luz”:

2. *Am: Fotossíntese é um fenômeno da natureza, a sociedade da luz que emite a cor verde das plantas.*
12. *Ma: Fenômenos da natureza e a sociedade da luz com a cor verde das plantas”* (grifos nossos)

Nesse caso, encontramos a mesma palavra (sociedade) com diferentes sentidos (sociedade humana, associação), em relação aos mesmos interlocutores (numa mesma sala de aula), ou seja, nessa sala de aula, os estudantes tinham em comum a mesma faixa etária, moravam na mesma cidade, estudavam na mesma escola e com a mesma professora de ciências, faziam parte de uma mesma cultura, estudaram o fenômeno da luz nos meses anteriores. Mesmo com vários aspectos em comum, diferentes sentidos de uma mesma palavra apareceram, gerando diferentes interpretações.

6.2.3 - MESMOS SENTIDOS EM DIFERENTES INTERLOCUTORES

Esses sentidos, apesar de múltiplos, são de certa forma estáveis senão a comunicação entre as pessoas seria impossível. Isso é fato, pois quando olhamos as respostas para as mesmas questões, em outra sala de aula de outra escola (Tabela 6), onde há a mudança de contexto, sujeito, local, entre outros, podemos observar grandes semelhanças em relação aos resultados levantados.

De um total de 22 alunos (8ª Y), 10 deles apontaram para o significado de sociedade referindo-se à sociedade humana. Para citar alguns exemplos:

2. Al: *O fenômeno da natureza e a sociedade precisam de luz e adoram comer coisas de cor verde das plantas*
3. An: *Os fenômenos da natureza e luz formam plantas para sociedade destruir*
- 5 Da: *A cor verde das plantas são um fenômeno da natureza, que precisa de luz e que tem na nossa sociedade.*
10. Ga: *Um dos fenômenos da natureza é a fotossíntese, ou seja, a cor verde das plantas, para que isto ocorra é necessário que haja luz solar e este fenômeno pode ser observado pela sociedade (grifos nossos)*

E também aparece o sentido de associação:

9. Fe: *A sociedade das plantas recebe a luz solar e ocorre fenômenos da natureza, como a cor verde das plantas.*
12. Hu: *Quando uma planta possui cor verde e recebe luz acontece um fenômeno da natureza chamado fotossíntese que beneficia sociedades e ela mesma com ar e para plantas glicose e ar.*
14. Ju: *A cor verde das plantas mas a luz é uma sociedade e um dos fenômenos da natureza. (grifos nossos)*

Nesse momento foi possível então percebermos que a **mesma palavra possui o mesmo sentido em diferentes situações em relação a diferentes interlocutores**. Nesse caso, percebemos que os alunos têm coisas em comum, constituem-se como sujeitos quando estão inseridos numa sociedade que já tem memória.

Então o mesmo acontecimento da linguagem se repete na outra escola, ou seja, o mesmo acontecimento inscrito nos enunciados dos alunos que se remetem ao mesmo fato, não constroem as mesmas significações, exatamente como ocorreu na outra sala da outra escola.

6.2.4 - A PALAVRA “LUZ”

Outro exemplo de deslizos percebidos foi com a palavra “luz”. Nessas respostas percebemos que há o uso da palavra “luz” num sentido abstrato, diferente do esperado na questão que pretendia que os alunos relacionassem a luz, como um fenômeno da natureza. Como acontece com a palavra “sociedade” e em outros momentos, constitutivos da língua, há uma fuga de sentidos da palavra “luz”. Ela aparece como um sinônimo de idéia ou de revelação. Observemos primeiro na 8ª C (Tabela 5):

14. Mic: *Tenho certeza que um dia como os fenômenos da natureza vai despertar uma luz na sociedade fazendo que tal como o dinheiro ela valorize a cor verde das plantas.* (grifos nossos)

Em outras respostas, a palavra “luz” aparece como sinônimo de algo bonito:

1. Ad: *Com a cor verde das plantas os fenômenos da natureza traz (trazem) a luz na sociedade*
20. Ro: *Fenômenos da natureza cor verde das plantas luz da sociedade.* (grifos nossos)

Reparemos que diferentemente da frase 14 (Mic) citada anteriormente, que traz “uma luz na sociedade”, as frases 1 e 20 a “luz” soa como algo belo, ou seja, os fenômenos da natureza e a cor verde das plantas são a beleza da sociedade.

Outras duas frases são explícitas em afirmar essa beleza do fenômeno 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:

- “7. Ja: *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*
11. Lu: *A sociedade destroe (destrói) os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas.*(grifos nossos)

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 conforme a sua vontade, houve a presença de um discurso mais poético, algumas vezes completamente distanciado do discurso científico, que nesse momento era o objeto de estudo dessa disciplina.

Na outra escola (8ª Y) isso também ocorreu. Novamente podemos perceber algumas estabilidades quanto a contextos diferentes:

8. Ern: *Na sociedade a cor verde das plantas transmite uns fenômenos da natureza que é lindo como a luz.*

6.2.5 - ANALISANDO ALGUNS DISCURSOS DENTRO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Num esforço de síntese e compreensão dos efeitos de sentidos entre os interlocutores, demonstrados no item anterior, tanto em relação às estabilidades de sentido, quanto aos seus deslocamentos, podem ser melhor representados dentro da Tabela 8.

Dentre as idéias registradas nas Tabelas 5 e 6 ressaltamos as citadas na Tabela 8, pois as consideramos um importante ponto de partida na análise que faremos. Essas frases citadas mostram paulatinamente uma fuga de sentidos do discurso 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.

Com isso, é possível dizer que o sentido não é fechado e que o sujeito está em movimento na história, sempre sujeito a processos de identificação, quando é permitida a elaboração do outro dizer (no caso com essas questões abertas) é possível percebermos o efeito discursivo da incompletude. Nesse caso, Orlandi e Pecheux chamam esses deslizamentos de polissemia, pois apesar da variedade dos interlocutores há um deslizamento de sentidos, que no entanto faz sentido, pois fazem parte de suas memórias discursivas, onde já existe esse dito e portanto há a possibilidade de estabilização desses sentidos.

Podemos dizer que essas relações parafrásticas e polissêmicas são afetadas pela memória discursiva, ou seja, ao falar, dizemos o que já foi dito. É essa memória que sustenta a possibilidade de dizer, é onde nos filiamos ao dito, nas redes dos sentidos. Mas só perceber o afetamento da memória discursiva dos alunos não basta.

Então quando colocamos esse discurso mais poético (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 alguns alunos que estão fazendo a disciplina de ciências! Os estudantes saem do objeto em estudo e partem para um lado mais poético, criando uma certa distância, silenciando o discurso científico.

Como a tarefa do analista de discurso não é somente escutar o que está dito, mas também o que não está explicitado, interessa-nos perceber o **silêncio** que por ser

constitutivo da língua, devido a 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).

Preocupa-nos porque alguns alunos de ciências silenciam o discurso científico priorizando outro mais poético, ou mesmo, saber quais os processos de identificação a que esse sujeito está submetido e como a escola pode dar ao aluno maior acesso ao discurso científico, pois consideramos que na disciplina de ciências, não há acesso ao conhecimento do fenômeno sem a teoria construída pela ciência feita pelo homem. O aluno não pode sair da escola com o discurso do senso comum sem ter entrado na ciência. Esse é o papel do professor de ciências e da escola como instituição educacional dentro dessa disciplina.

Lemke (1993) já ressaltava esse fato, num trabalho proveniente de pesquisas em escolas norte-americanas:

“Quando nós conversamos ciência, nós estamos ajudando criar ou recriar uma comunidade de pessoas que dividem certos créditos e valores... Nós temos que aprender a ver o ensino de ciências como um processo social e trazer os estudantes, ao menos parcialmente, dentro dessa comunidade de pessoas que conversam ciência.” (1993, p. IX, tradução e grifos nossos)

Para o autor “conversar ciência”, não é simplesmente falar sobre a ciência, mas sim trazer para dentro desse significado, as inúmeras variáveis do fazer ciência através da linguagem.

Dessa forma, quando dizemos “entrar no discurso da ciência”, não queremos que signifique somente entrar num mundo de indução às terminologias técnicas e definições, mas sim entrar no discurso da ciência, da história de leitura da ciência, um modo de dizer diferente do senso comum, que no entanto tem uma história e é construído socialmente!

Isso também não significa que podemos banalizar a ciência. Ela tem um gama de conhecimentos próprios tão necessários que precisam de uma disciplina na escola de primeiro grau. Não é exagero dizer que o homem precisa do discurso científico para significar-se. Esses conhecimentos fazem parte da história da humanidade e das coisas

TABELA 8 – ESTABILIDADES E DESLOCAMENTOS DE SENTIDOS EM ALGUMAS PALAVRAS DAS SALAS 8ª C e 8ª Y.

FRASES DOS ALUNOS	PARÁFRASE POLISSEMIA	DESTAQUES
5. Di: A cor verde das plantas é existente graças a fotossíntese, esse fenômeno da natureza é uma <u>sociedade</u> entre luz, sol e minerais da terra. (8ª C)	a b c d ↓	- Sociedade como associação entre elementos da natureza: a
1. Am: Fotossíntese é um fenômeno da natureza, a <u>sociedade da luz</u> que emite a cor verde das plantas. (8ª C)	a' b c d ↓	- Sociedade como sinônimo de associação ou composição das diferentes ondas eletromagnéticas, que emitem as cores: a'
14 Ju: A cor verde das plantas mais a luz é uma <u>sociedade</u> e um dos fenômenos da natureza. (8ª Y)	a'' b c d ↓	- Sociedade como associação da natureza ou das plantas: a''
23. Wa: A sociedade da natureza precisa da luz, CO2 cor verde das planta é um fenômeno da natureza. (8ª C)	a'' b c d ↓	
4 . Os fenômenos da natureza são a sociedade das plantas (8ª Y).	a'' b c d ↓	
3. Ar: A <u>sociedade</u> não vive sem luz que é responsável por vários fenômenos da natureza por exemplo a cor verde das plantas. (8ª C)	e b c d ↓	- Mudança de sentido na palavra sociedade (associação para humana): de a'' para e - luz como fenômeno da natureza: b
10 Gab: 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> (8ª Y)	e b c d ↓	
7. Ja: Um dos maiores fenômenos da natureza que a sociedade admira é <u>o que da</u> a cor verde das plantas, é um <u>fenômeno bonito</u> porque tem a luz no meio (8ª C)	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
11 Lu: A sociedade destrói (destrói) os fenômenos da natureza. O reflexo da luz nos mostra a bela cor verde das plantas. (8ª C)	e f c d ↓	
14. Mic: 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. (8ª C)	e f g d ↓	-Sentido de sociedade estabilizado: e -Mudança de sentido na palavra luz (como idéia): de c para g
20. Ro: Fenômenos da natureza cor verde das plantas <u>luz da sociedade</u> (8ª C)	e f g' d ↓	-Sentido de sociedade estabilizado : e -Mudança de sentido na palavra luz (como beleza): de g para g'
8. Ern: Na sociedade a cor verde das plantas transmite uns fenômenos da natureza que é <u>lindo como a luz</u> . (8ª Y)	e f g' h	-Sentido de sociedade estabilizado: e - Fuga do discurso científico para um discurso mais poético: d para h

construídas até então pelo homem. Seria uma contradição o estudante de ciências não ter acesso ao discurso científico na disciplina de ciências!

Essas pequenas análises apenas ilustram esse embate da língua. São apenas sintomas que servem para vislumbrar como o sujeito é afetado pelo discurso, nesse caso específico da disciplina de ciências.

Dentro desse contexto é preciso trazer os alunos para dentro dessa comunidade que fala ciência, levando-se em conta todos os equívocos próprios da língua, além é claro das condições que permeiam a sala de aula, como por exemplo, os silêncios do próprio currículo, que acabam perpetuando o mito da ciência, quando mostra uma ciência canônica, inumana, dogmática e impessoal. Então é preciso que fique claro que o discurso da ciência, não é somente o seu produto. Ensinar ciência é ensinar como a ciência é feita, ou seja, ensinar o seu processo.

O passo seguinte seria como a escola e a educação em ciência podem dar um maior acesso aos alunos ao discurso 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. Nossas próximas análises de dados irão por esse caminho.

6.3 - ENTRANDO NO DISCURSO CIENTÍFICO - CONVERSAR CIÊNCIAS

Neste tópico pretendemos enfatizar a mediação da linguagem entre professor e alunos como produtora de sentidos e construtora do conhecimento, através da própria linguagem oral, da experimentação, da escrita e da leitura, inferindo como alguns hábitos dos alunos podem ser trazidos para o ensino de ciências.

6.3.1 - PENSANDO ALTO

Os dois episódios aqui apresentados fazem parte de um bloco de atividades da proposta de ensino de fotossíntese.

Ao trabalharmos especificamente o fenômeno da fotossíntese pode-se perceber nitidamente a ampliação do significado dessa palavra, mostrando as evoluções no decorrer

da discussão coletiva. Além disso, é possível captarmos outras idéias que os alunos possuem e que estão relacionadas ao assunto, além das interferências que os mediadores (professor e aluno) produzem durante a aula.

Os dois episódios foram retirados de duas aulas, em dois dias consecutivos de aula na sala Y. Ambas foram ministradas por esta pesquisadora logo no início da proposta.

6.3.2 - UM EPISÓDIO DE ENSINO (29/09/97)

Como afirma Lemke (1993) a Ciência no diálogo, não é só um problema de vocabulário, nem é somente uma questão de definição de termos técnicos. Os estudantes aprendem, ou melhor, precisam aprender a relacionar esses termos com uma larga variedade de contextos e combinar os significados desses termos de acordo como os que são aceitos pela ciência. O autor ressalta a existência de **padrões temáticos**, os quais aparecem quando há conexões entre o significado das palavras num campo particular da ciência. O uso da palavra em ciência requer conhecimentos adicionais, conhecimento de como essas palavras são usadas na ciência.

Nesse episódio, nosso padrão temático foi a fotossíntese e fez parte de uma discussão subsidiada pelas respostas do primeiro questionário dado aos alunos (anexo III). O objetivo dessa discussão era captar o conhecimento dos alunos sobre fotossíntese, se possível revelando algumas das concepções alternativas mais comuns presentes nas suas respostas. Estávamos preparados para trabalhar com o fenômeno da fotossíntese em relação à produção de alimentos e a produção de oxigênio, para que os alunos refletissem como um gás e um líquido podiam se combinar e se transformar quimicamente em outro gás e em sólidos. Além disso, tínhamos em mente abrir espaços para a relativização das ditas “verdades” da ciência, enfatizando o processo da construção do conhecimento. Também estávamos dispostos a derrubar a impressão de que saber fotossíntese era muito fácil.

Ocorreu uma discussão da professora-pesquisadora com um grupo de 22 alunos (sala Y), cuja filmagem foi feita pela professora titular da classe.

Na situação física da sala, observamos os alunos sentados em suas carteiras, espontaneamente agrupados de forma totalmente irregular. A classe estava bastante barulhenta e as falas se sobrepunham, porém havia participação da maioria dos alunos da

classe. As alunas Ad, Gab, Ka e Má estavam agrupadas nas últimas carteiras do lado direito. No vídeo é possível observar várias meninas escrevendo.

As seguintes iniciais representam:

P = professora (pesquisadora) / A= aluno não identificado/ outras iniciais = alunos identificados / P2 = professora titular

		Falas	Ações
1.	P	O que é a fotossíntese?	Direcionando a questão à classe
2.	V	Uma troca de gás carbônico pelo oxigênio.	Primeira filiação de sentido
3.	A	...e mais produção da seiva bruta e elaborada	Confunde as duas seivas – outra filiação
4.	P	Produção de seiva elaborada	Professora escreve na lousa e não comenta o erro anterior
5.	P	Para quê serve isso?	
6.	A	Alimento?... verde?....	Em meio ao barulho, professora destaca a palavra verde.
7.	P	Isso aqui é fotossíntese?	Pega um lápis de cor verde, questionando se qualquer objeto verde é fotossíntese.
8.	P	Precisa de luz, água, ar, oxigênio? (O quê?)	Alunos vão falando ao mesmo tempo, professora repete as palavras que ouve como pergunta
9.	A	Arroz e feijão	Brinca
10.	A	Água	Repete como resposta
11.	A	Ar	Repete como resposta
12.	P	Qualquer tipo de ar? O que tem no ar que a planta usa?	Professora ressalta a palavra ar e quer especificar
13.	A	Oxigênio	Especificam em coro a uma filiação de sentidos
14.	A	Gás carbônico também	Especifica a outra filiação
15.	P	As duas coisas (gases) a planta usa?	Professora continua especificando
16.	A	Não	Contradições
17.	A	É	Contradições

18.	A		Murmúrios
19.	P	e aí?	Quer ouvir dos alunos
20.	A	Mas a planta respira	Para o colega do lado, estão discutindo sobre o assunto.
21.	A	Sais minerais	Outra filiação
22.	P	Sais minerais.	Repete e escreve na lousa
23.	A	Não é gás carbônico?	Fala com tímida segurança
24.	P	Gás carbônico	Repete concordando e escreve na lousa
25.	P	O que vocês aprenderam sobre o ar na 5ª série?	Quer recuperar a memória
26.	A	Faz tempo	Reclama
27.	A	O oxigênio	Inaudível
28.	P	No ar só tem oxigênio?	Continua direcionando para a recuperação das memórias sobre o ar.
29.	P	Tem gás carbônico também!	Afirma.
30.	A	Não tem gás carbônico	Vários alunos
31.	P	O quê mais?	Continua especificando
32.	A	Nitrogênio?	Pergunta
33.	P	Nitrogênio e outros gases raros. Na verdade tem mais nitrogênio do que oxigênio. Quando eu era pequena eu aprendi que a planta fazia fotossíntese durante o dia e a noite respirava...	Procurando estabelecer uma identidade com o pensamento dos alunos, fala de sua concepção alternativa. <i>Break</i>
34.	Ad.	É o contrário!	"Chuta"
35.	Ad.	Não!	Volta atrás
36.	P	É o contrário?	Quer saber o que Ad. pensa
37.	A	Não tem nada a ver.	Corrige Ad.
38.	Ad.	Ah é tá certo!	Desiste
39.	P	O que que tá certo?	Quer saber o que Ad. pensa

40.	Ad.	Ela produz fotossíntese na parte da manhã e libera oxigênio à noite.	Faz graça para falar, é irreverente, mas fala o que pensa.
41.	P		Sorri ao perceber a confusão
42.	Ad.	‘Tá errado, mas tudo bem!	Brinca ao ver o sorriso da professora
43.	A		Vários alunos respondem ao mesmo tempo (inaudível)
44.	Ka	Ei, o que é que a luz tem a ver com isso?	Para outro aluno
45.	P	Olha a planta tem a capacidade de fazer a fotossíntese e também ela respira para produzir energia.	Não ouve K. Ao escrever na lousa vai priorizando certas falas, no caso as que mais são próximas ao discurso científico
46.	Ad.	...pelas folhas, sua anta	Para Má, que está sentada ao seu lado
47.	A	Deixa eu falar?	
48.	Ad.	Tem uma anta aqui que sabe?	
49.	P	Os animais só respiram...	Continua priorizando
50.	Ad.	Tem uma anta aqui, sabe?	Ao mesmo tempo que a professora
51.	P	A planta faz isso o tempo todo, por exemplo, à noite?	Aponta com o giz na palavra fotossíntese escrita na lousa
52.	A	Não	Coro
53.	P	Por quê?	Prioriza
54.	Ka	O que a luz tem a ver com isso?	Pergunta novamente a mesma questão, agora a professora ouve
55.	G	Ué não precisa de luz para fazer a fotossíntese? A noite não tem luz! Só essa luz	Aponta para o teto a luz elétrica
56.	Ka e Má	Tem a luz do luar...	Em coro
57.	Ga	Mas tem diferença!	Olhando para a professora que acena positivamente com a cabeça adquire segurança e repete

58.	Ga	Mas tem diferença	(vira para trás para explicar para Ma-imperceptível pelo vídeo)
59.	Ad.	A luz da lua não esquentar.	Conclui como diferença entre a luz do sol e a da lua.
60.	Ma	Esquentar!	Brinca
61.	Ga	Só a sua!	Brinca
62.	Ad.	Esquentar? Só a sua Ma. Acho que 'cê pôs fogo nela...	Brinca
63.	A	Radiação	
64.	P	Olha gente, muita gente escreveu como os animais aproveitam a luz é só quando eles se aquecem? Será que é só isso?	Pequena pausa
65.	P	Quando vocês responderam essa pergunta (como os animais aproveitam a luz do sol), a maioria respondeu sobre a produção de oxigênio, mas muita gente esqueceu de falar da produção de alimento. Além do calor será que quando eles comem uma planta... quando a Ad come aquela pipoquinha aí tomando refrigerante, não tem nada a ver com a fotossíntese?	Prioriza o resgate da produção de energia pelos vegetais aproveitada indiretamente pelos alunos através dos alimentos. <i>break</i>
66.	A	Claro que tem	
67.	P	Por quê?	Quer tirar a resposta dos alunos...
68.	A		Inaudível
69.	P	Como assim? Vamos ver quem consegue responder... Será que quando ela tá ali comendo aquela pipoca tomando refrigerante não tem nada a ver com a fotossíntese?	Repete a pergunta duas vezes para o restante da classe que não havia ouvido antes

Geralmente, quando um professor faz uma pergunta em sala de aula, ele já sabe a resposta. Essa intenção pode representar um gama de significados, entre os quais podemos levantar: ele quer saber o que os alunos pensam, ele quer checar os conhecimentos dos alunos, ele quer que os outros alunos ouçam o que o colega está falando, ele quer descentralizar seu poder, etc.

O aluno por sua vez responde a questão com uma pergunta, pois ele normalmente precisa de uma confirmação se a sua resposta é correta. Sua intenção também está revestida de expectativas entre as quais: ele quer que o professor e outros alunos saibam que ele tem conhecimento daquele assunto, ele quer checar sua resposta, ele quer participar da aula, entre outras.

Este curto diálogo termina então na avaliação da resposta do aluno pelo professor que devolve um comentário, uma outra questão, uma repetição da mesma resposta, porém num tom de afirmação, um sorriso ou uma cara feia ou até mesmo um silêncio, dependendo da resposta dada pelo aluno.

Lemke (1993) chama essas três etapas de Diálogo Triádico (p. 7). Apesar da ênfase que é dada a definições e termos técnicos julgando-se que esse tipo de linguagem possa favorecer o ensino das ciências, há uma contradição, pois isso não significa “conversar” ciências; pelo contrário, isso acaba afastando os alunos desses conhecimentos que acabam achando ciências algo enfadonho.

A contradição está em quanto mais se fala sobre o produto da ciência, algo até aparentemente óbvio para muitas pessoas, mais se supõe que os alunos aprenderão, porém quanto maior é a distância dos processos da ciência, maior é a distância do dia a dia do aluno, e, conseqüentemente maior será a distância do aprendizado em ciências. Não há a saga, a curiosidade, a descoberta, a investigação, o erro, o conflito, o transtorno, o prazer ...

em construir os conhecimentos pela ciência; apenas uma lista de conteúdos neutros, “naturais” (do ponto de vista de quem pensa que já conhece aquele conhecimento), estáticos...

Nessa aula, não obedecemos ao padrão triádico citado por Lemke e muito comum nos EUA, que usualmente utiliza o *hangs up* (mãos para cima) para perguntar ou responder algo ao professor em aulas dialogadas. Ela foi um pouco como uma “chuva de idéias” (*brainstorm*), pois os alunos iam respondendo também com questões e colocando outras.

A professora checava com os alunos se a resposta de outros era geralmente satisfatória para outras questões. Por exemplo, nas frases a seguir:

- 7 - *Isso aqui é fotossíntese?*
- 12 - *Qualquer tipo de ar? O que tem no ar que a planta usa?*
- 28 - *No ar só tem oxigênio?*

Nesses exemplos típicos e em outros é possível observarmos tentativas de especificar e aprofundar as dúvidas dos estudantes, por exemplo nessas frases:

- 51 - *A planta faz isso o tempo todo, por exemplo, à noite?*
- 64 - *Olha gente, muita gente escreveu como os animais aproveitam a luz é só quando eles se aquecem? Será que é só isso?*

Os alunos adquiriram a iniciativa e um certo poder de controlar o tópico e a direção do diálogo, mas eles diferiram da professora ainda, pois esta “corrigia” as questões, embora com outras questões ou mesmo priorizando falas que estavam mais próximas do discurso científico, apenas com afirmações:

- 4 - *Produção de seiva elaborada*
- 24 - *Gás carbônico*

Ou mesmo afirmando outras informações que não apareciam nas conclusões dos alunos, nas frases:

- 45 - *Olha a planta tem a capacidade de fazer a fotossíntese e também ela respira para produzir energia.*
- 49 - *Os animais só respiram...*

A professora ainda permaneceu no controle da temática utilizando também certos recursos intertextuais, ou seja, buscando na memória discursiva dos alunos alguma identidade, provocando quebras, *breaks*, que chamavam a atenção dos alunos, conforme explicita Lemke (1993), como as encontradas nas frases:

25 - *O que vocês aprenderam sobre o ar na 5ª série?*

33 - *Quando eu era pequena eu aprendi que a planta fazia fotossíntese durante o dia e a noite respirava.*

65 - *Quando vocês responderam essa pergunta (como os animais aproveitam a luz do sol), a maioria respondeu sobre a produção de oxigênio, mas muita gente esqueceu de falar da produção de alimento. Além do calor será que quando eles comem uma planta... quando a Ad come aquela pipoquinha aí tomando refrigerante, não tem nada a ver com a fotossíntese?*

Mas apesar da diretividade da professora, é bastante interessante a passagem em negrito (54 à 62), que se origina na frase 44, que só foi percebida porque a situação estava sendo gravada, pois se tratou de uma conversa num grupo de meninas formado espontaneamente. É possível observar nessa conversa, a pouca intervenção da professora. O fato das alunas Ka e Má relacionarem a luz do luar com a fotossíntese, pareceu-nos bastante relevante e indagador. Quando um professor fala de fotossíntese e luz, normalmente pensa na luz do sol ou na luz artificial produzida pela energia elétrica. Houve uma fuga de sentidos.

Por outro lado, outra aluna (Ad) tentou explicar a diferença da luz da lua e a do sol de forma zombeteira e Má entrou na brincadeira. Ad foi uma intervenção interessante, e em vários momentos ocasionou *breaks* também com a professora, como o da passagem 41. No caso seus *breaks* faziam parte do dialogar ciências.

Com o fato das alunas relacionarem a luz com a luz do luar, pudemos notar como os sentidos se movimentam. Uma contradição fez com que duas alunas desafiassem a professora e outras alunas, tentando mudar a temática, justificando sua forma de pensar. Esse pode ser um bom exemplo, de como as mesmas palavras geram idéias diferentes, mas ao mesmo tempo como as memórias discursivas se pautam em sentidos coincidentes, quando duas das alunas de um grupo de quatro pensam a mesma coisa, no caso a “luz do luar”.

Nestes casos é preciso também levar em conta o silêncio, pois ele é constitutivo do dizer, revelando a incompletude da linguagem. São tantas as variáveis para cada indivíduo, quando se pensa nos sentidos das palavras, que é quase impossível imaginar que a linguagem entre os seres humanos acontece há milhares de anos e não é nenhuma “Torre de Babel”. Pelo contrário, a história da humanidade vem mostrando o sucesso da comunicação entre as pessoas e não somente a possibilidade dessa comunicação, mas também a sua ampliação, através de outras formas de linguagens.

Então, a oportunidade de pensar alto e do dizer, é indiscutivelmente uma forma de acessar os múltiplos sentidos e interpretações que fazem os alunos, e com isso, possibilitar uma visão mais ampla do que é o conhecimento e como ele vai sendo construído.

6.3.3 - OUTRO EPISÓDIO DE ENSINO - (30/09/97)

Previamente já sabíamos de algumas concepções alternativas, seja pela literatura disponível sobre o assunto e também pela nossa prática como professora das escolas desse nível de ensino. Havíamos detectado essas mesmas concepções alternativas nas respostas dos estudantes na primeira aula da proposta, tais como: a de que o alimento da planta provinha do solo; a função de purificar o ar para o homem; a fotossíntese e a respiração como processos iguais; a não simultaneidade na respiração e fotossíntese (de dia faz fotossíntese, de noite respira); a função da clorofila dar cor verde às plantas; a função da luz somente calórica; para citar as mais frequentes.

Então tínhamos algumas questões em mente, por exemplo, de onde vem o oxigênio formado no processo da fotossíntese, se o gás carbônico (CO_2) e também a água (H_2O) contêm oxigênio em suas moléculas? Ou a questão: qual o comprimento de onda refletido quando a planta é verde? Tínhamos acompanhado o trabalho com o ensino da luz e sabíamos que eles tinham visto que os comprimentos de onda refletidos não eram absorvidos pelos corpos, mas também sabíamos a força da cor verde, nos sentidos relacionados à fotossíntese para os alunos.

Além disso, outra questão abordada era o fato de ainda haver oxigênio na atmosfera se o homem já havia destruído grande parte dos ambientes naturais como as florestas, buscando discutir a visão errônea desses ecossistemas como pulmões do mundo

versus as algas marinhas como produtoras da maior parte do oxigênio da atmosfera e a importância do fenômeno para a vida no planeta.

Também levantamos a possibilidade de relacionar os aspectos da atividade humana, como a agricultura, a própria alimentação dos estudantes, etc, sempre objetivando abrir espaços para a discussão e buscando formas de nos auxiliar nessa busca do entendimento da incompletude.

A aula desse outro episódio foi uma continuidade da descrita no tópico anterior. Ela tinha como um dos principais objetivos relacionar o que os alunos já haviam aprendido sobre a luz com o processo fotossintético, além de problematizar quais os comprimentos de onda eram utilizados na fotossíntese.

Nesse episódio foi possível constatar algumas evidências, pois percebemos as várias relações que os alunos fizeram com os conhecimentos sobre luz que já possuíam. Grupo de meninas Vi, Al, Bi e Er sentadas nas primeiras carteiras do lado direito trouxeram importantes contribuições.

P - Oito pessoas associaram essa pergunta com a fotossíntese, uma pessoa associou a clorofila com a cor verde das plantas

Ra - A clorofila é liberada durante o processo de fotossíntese?

P - É ela que capta a luz do sol para fazer a fotossíntese. Ela não é liberada. Ela que consegue transformar a energia. Lembra quando a ... (a professora titular da classe) ensinou luz para vocês?

Ra - hum hum!

P - O que a luz é? Onda? partícula?

Ra - Ela é onda e partícula!

P - (repete) onda e partícula...

A - Onda eletromagnética.

P - Existem duas teorias para explicar a luz: por onda e partícula. Então no vegetal as duas teorias servem para explicar também a fotossíntese. Por que quando a luz ... chega na planta a gente pode considerar uma onda. Qual cor está sendo aproveitada pelo vegetal? Qual não está sendo aproveitada?

A - O verde!

- 1) **Vi - (sentada nas primeiras carteiras, questiona com uma expressão no rosto)**
P - (explica) Quando você olha um objeto rosa (pega um estojo de lápis na mão) qual a onda refletida na retina dos olhos?
A - O rosa!
P - Pensa na planta verde. Que cor não está sendo aproveitada pela planta? Que cor está sendo refletida e não absorvida? A luz no vegetal é absorvida e refletida...
P2 - Volta na luz branca e todas as cores. O verde vai ser refletido e as outras cores? (aconselha a P2)
P - Lembra das cores, das várias cores que compõem a luz branca? Quando a cor verde é refletida ela não está sendo aproveitada pelo vegetal.
Vi - Eu não 'tô entendendo nada...(ri)
Ra - O preto é ausência de cor.(conversas paralelas irreconhecíveis)
Ra - Uma roupa preta não reflete as cores?
Ga - Não ela absorve.
- 2) **Eri - Então qual cor é mais utilizada pela planta? (pergunta com voz baixa para a professora)**
P - Repete sua pergunta (em voz alta)(Eri fica tímida perto da câmera, que está com a P2)
Al - Ela falou assim que se a luz verde bate numa folha... (ri)
Br - Se a luz verde bate numa folha (ela) não 'tá recebendo o verde, o verde é refletido. Então a folha não está recebendo a cor verde.
P2 - Pensa que a luz é branca. Ela tem todas as cores.
P - todas as cores vermelho, azul, verde, ...
- 3) **Vi - Ah! É o verde que não é absorvido pela folha**
P - Existem estudos para saber qual luz, qual o comprimento de onda mais utilizado pela planta. O verde a gente sabe que não é... Qual é o mais utilizado pela planta?
Vi - Igual a gente viu na Embrapa não é só o verde que tem na planta.
P - É, a gente vai fazer o cromatógrafo, né "P2"
A - Eh...(aplausos dos alunos, quanto à idéia de realizar uma atividade prática)
Ra - Não é aquele negócio que a gente viu na Embrapa?
- 4) **Eri- Se a planta não absorve o verde que é a cor dela, qual a luz (cor) que ela absorve?**
P - Quais das cores são aproveitadas em maior intensidade? Quais serão as cores mais aproveitadas pela planta?
Vi - Mas a gente não sabe as cores que têm a planta!..
P - Mas a gente sabe quais têm a luz!...A gente vai fazer um experimento para ver qual é a cor que mais é aproveitada pela fotossíntese. Vocês vão ficar com um ponto de interrogação na cabeça e a gente vai fazer um experimento.
- 5) **Vi - As cores que a gente não consegue ver é que ela absorve...**
Ra - As cores que a gente não consegue ver é que ela usa...

- 6) Eri- (chama a professora em voz baixa e pergunta) A luz tem várias cores. Cada cor atinge a planta de maneira diferente? E quando ela é mesclada?

Nesse fragmento de aula das inúmeras idéias que permeiam essa interação discursiva, atentamos para a aluna Vi, que coloca suas dificuldades primeiramente de forma silenciosa com uma expressão de dúvida no rosto que a professora percebe na frase marcada (1).

Isso desencadeia uma série de tentativas de auxílio das quais alunos e professores tentam explicar e fazer com que Vi entenda. Nessas tentativas Eri avança na questão que Vi estava com dúvida (2).

A professora tenta socializar a dúvida, apesar da timidez de Eri, enquanto isso, Vi consegue “perceber” a reflexão do verde na folha. Eri continua com a dúvida e refaz a questão (4), enquanto Vi sintetiza o pensamento na passagem (5).

Eri avança ainda mais quando pensa em plantas de cores variadas (6). Ela sai da generalização que a professora acaba fazendo para os outros alunos entenderem e vai para o particular, no caso plantas que possuem dominância de outros tipos de pigmentos.

No sentido de conseguirmos entender a prática discursiva na sala de aula, nessas interações mediadas pela fala do professor e de outros alunos, as análises se pautaram em seqüências da proposta inferindo-se como os sentidos são instaurados, através de conhecimentos já adquiridos na história de vida e expectativas, além das possibilidades de ampliação desses sentidos.

Grosso modo, nesses fragmentos de aula foi possível percebermos que se tratou de uma pluralidade de sentidos. Esses sentidos não tiveram linearidade, ou seja, uns foram chamando os outros (intertextualidade), ou mesmo trazendo outros sentidos (polissemias) e aprofundando outros (paráfrases). O que é para um sujeito não é necessariamente para o outro. O que uma palavra representa para um, pode não representar para outro.

Como afirma Vygotsky (1993) *o pensamento pode ser comparado a uma nuvem descarregando uma chuva de palavras* (p. 129), pois ele é concebido num só momento, numa totalidade e ao ser expresso, por meio da fala, há a necessidade da seqüência através de palavras separadas. Portanto, na impossibilidade de uma expressão

mais totalizante, como é o pensamento há sempre um subtexto, um pensamento oculto por trás delas.

Orlandi (1995) também ressalta a questão do silêncio *“o silêncio é contínuo e há sempre sentidos a dizer... O sentido é múltiplo porque o silêncio é constitutivo... Presença e silêncio se enrolam no mesmo acontecimento de linguagem: o significar.”* (p. 73).

Na sala de aula, o dito e o não dito (o silêncio) são efeitos discursivos. Nesse caso, opções pelo falado ou pelo silêncio são resultados de prioridades entre os interlocutores. Por exemplo, as colocações que Eri faz, acabaram mediando o pensamento de várias pessoas da sala, por exemplo, de Vi que não entendia a princípio porque o verde é refletido, se a planta é verde! Da mesma forma a dúvida da aluna Vi fez com que Eri ampliasse sua capacidade de questionamento sobre esse assunto específico e avançasse na questão da reflexão da cor verde.

Depois de pouco mais de um mês dessa discussão, utilizamos o texto didático **“A natureza da Luz”** (anexo V), para que pudéssemos relacionar o que eles já haviam visto sobre a luz com a questão da cor verde refletida na fotossíntese. Numa das perguntas no final do texto havia uma referência sobre isso. É bom lembrar que as respostas às questões foram feitas em casa, sem a discussão prévia do texto.

Apesar de alguns alunos não responderem satisfatoriamente, consideramos que houve um avanço em relação ao aprofundamento do sentido da luz para a fotossíntese, pois na Tabela 9 é possível percebermos a mudança do discurso dos alunos entre os dias 29/09 e 04/11, quando olhamos as respostas da proposta de fotossíntese nesses dois momentos.

Dos dezesseis alunos que responderam **sobre qual o comprimento de onda da luz branca que seria refletido**, onze disseram ser o verde, ou seja, 68,75% dos estudantes responderam satisfatoriamente. O restante respondeu variadamente: sobre todas as cores serem absorvidas e o vermelho ser refletido, pois utilizaram o exemplo do vidro vermelho dado no texto (duas alunas - Gi e Vi); outra aluna colocou de modo interessante que parte da luz é refletida pois a planta “guarda” apenas o necessário, porém não entra em detalhes sobre qual o comprimento refletido como pede a questão (Ad); um aluno respondeu sobre o comprimento “grande” (Wes) e uma aluna copiou um pedaço do texto (Al).

Observemos o restante dos alunos que responderam satisfatoriamente, especialmente as alunas mais envolvidas na discussão do episódio de ensino do dia 30/09 - Eri e Vi - em relação as suas respostas na Tabela 9. No dia 29/09 como mostra a Tabela 9, Vi pareceu bastante evasiva. Como vimos naquele episódio de ensino do dia 30/09, a professora percebeu a dúvida de Vi e Eri entrevistou, trazendo outras dúvidas para a sala. A dúvida de Vi parece ter sido sanada em relação à reflexão do verde pelos vegetais verdes. O verbo que ela usou (como mostra a Tabela 9) quando colocou “eu suponho”, talvez possa ser resultado de uma memória não somente mnemônica, ou seja, algo que fazia sentido, algo que funcionou em sua memória discursiva e veio à tona deduzindo sua conclusão com os conhecimentos já adquiridos anteriormente sobre o fenômeno da luz.

Podemos encontrar também alguns alunos que haviam relacionado o verde e a fotossíntese como sinônimos (Ga) e que agora se utilizam do discurso da ciência para explicar a cor verde das plantas.

Ou mesmo como mostram as análises da questão quatro no início deste capítulo, a fuga de sentidos para a palavra “luz” nessa mesma sala, que aparece como sinônimo de algo bonito (Ern) e que agora dá um salto no sentido dado pela ciência, provavelmente conseguido nessa interação que foi a proposta de fotossíntese.

Ao longo da proposta, outros momentos foram utilizados para a discussão sobre a reflexão do verde pela maioria dos vegetais. Por exemplo, posteriormente a essas respostas houve uma discussão e o vídeo-síntese, sempre na busca de romper o Obstáculo Geral, mostrando a incompletude dos sentidos e quais eram os aceitos pela ciência.

6.4 - ANALISANDO OPORTUNIDADES DE/PARA APRENDIZAGEM

Pensando o funcionamento da língua, utilizamos a análise do discurso, procurando identificar o impacto da leitura nesses alunos, buscando evidências sobre o afetamento do sujeito nessa leitura, estabelecendo padrões que possibilitem nos fazer enxergar com maior clareza o que essa interação resultou.

TABELA 9 - Respostas dos estudantes da 8ª Y em dois momentos da proposta de ensino sobre a absorção da luz na fotossíntese.

ALUNOS	Tente montar uma frase que inclua todas as palavras mencionadas abaixo: cor verde das plantas, fenômenos da natureza, sociedade, luz (Questão 4 da Tabela 6 do dia 29/09)	Sabendo-se que a maioria das plantas são verdes, qual o comprimento de onda de luz branca você supõe que não é utilizado na fotossíntese? (Questionário de 04/11)
1. Ad	Fenômeno da natureza luz X cor verde das plantas	Acho que a luz branca é refletida com boa intensidade, e só é guardado o necessário para o fenômeno que não utiliza toda a luz que recebe.
2. Al	O fenômeno da natureza e a sociedade precisam de luz e adoram comer coisas de cor verde das plantas	A faixa de luz visível, geralmente conhecida como espectro (espectro) de luz, é de particular interesse no estudo da fotossíntese, pois é a partir da absorção de alguns comprimentos de ondas que esse fenômeno acontece.
3. En	A fotossíntese é um fenômeno da natureza que mostram as cores verdes das plantas com um raio de luz.	O comprimento de onda verde pois quando a planta é verde ela reflete o verde e não o absorve.
4. Eri	A fotossíntese é um processo que acontece através da luz do sol com a cor verde das plantas, são consideradas fenômenos da natureza	O comprimento de onda verde, pois quando a planta é verde ela reflete o verde e não o absorve.
5. Ern	Na sociedade a cor verde das plantas transmite uns fenômenos da natureza que é lindo como a luz.	O comprimento de onda de luz que não é utilizado na fotossíntese é o verde porque foi a única cor que não foi absorvida.
6. Ga	Um dos fenômenos da natureza é a fotossíntese, ou seja, a cor verde das plantas, para que isto ocorra é necessário que haja luz solar e este fenômeno pode ser observado pela sociedade.	As plantas refletem a luz verde e as outras luzes (que formam a branca) são todas utilizadas para que o fenômeno aconteça.
7. Gi	A sociedade adora a cor verde das plantas com a luz do sol com o	Todas são utilizadas, se a luz com o feixe de luz incide sobre um

	<i>fenômenos da natureza.</i>	<i>vidro vermelho este transmite grande parte da luz vermelha e os demais foi (foram) absorvidos (os comprimentos)</i>
8. Hu	<i>Quando uma planta possui cor verde e recebe luz acontece um fenômeno da natureza chamado fotossíntese que beneficia sociedades e ela mesma com ar e para plantas glicose e ar.</i>	<i>Verde</i>
9. Ju	<i>A cor verde das plantas mas a luz é uma sociedade e um dos fenômenos da natureza</i>	<i>O comprimento de onda verde, pois quando a planta é verde ela reflete o verde e não o absorve.</i>
10. Ma	<i>Sociedade, cor verde das plantas, fenômenos da natureza, luz.</i>	<i>O comprimento de onda de luz, verde não é utilizado na fotossíntese porque foi a única que não foi absorvida (absorvida)</i>
11. Má	<i>A luz dá a cor verde das plantas, isso é um fenômeno da natureza na sociedade.</i>	<i>Não é usada a verde</i>
12. Ra	<i>São vários os fenômenos da natureza. Alguns deles são que a clorofila ajuda na cor verde das plantas e que a luz contribui para a existência da sociedade</i>	<i>Acho que são aproveitadas todas as cores exceto o verde pois ela é refletida.</i>
13. Sh	<i>A cor verde das plantas vem com a ajuda da luz, e com os fenômenos da natureza também, mas a sociedade não ajuda</i>	<i>O comprimento de onda de luz que não é utilizado na fotossíntese é o verde porque foi a única cor que não foi absorvida.</i>
14. Vi	<i>A cor verde das plantas é a sociedade de fenômenos da natureza como por exemplo a luz.</i>	<i>Eu suponho que as cores ou as ondas da onda da luz que não são aproveitadas é só o verde pois a planta divide a sua coloração e reflete essa cor</i>
15. Viv	<i>A luz é importante para a sociedade e é ela que dá a cor verde das plantas, isto são fenômenos da natureza.</i>	<i>Se a luz incidir sobre um vidro vermelho, todos serão utilizados porque ele transmite grande parte da luz vermelha.</i>
16. Wes	<i>Sociedade, cor verde das plantas fenômenos da natureza da luz.</i>	<i>O comprimento é grande pois a luz branca pois ele é composta por diferentes cores isso torna mais forte</i>

Para Orlandi (1998), “o jogo sobre as regras da língua é o que afeta a repetição e produz deslocamentos” (p. 16). Falar em repetição e deslocamento, não significa dizer que é uma substituição meramente automática de conteúdo. Isso seria muito simples do ponto de vista da complexidade que é esse fenômeno. Acreditamos que a repetição e deslocamento sempre dependem do tipo de discurso e no nosso caso específico, o discurso da ciência dentro do ensino de ciências. Se ele é autoritário e não há espaço para a polissemia, ou seja, se não há abertura para os gestos de interpretação dos sujeitos, não há espaço para repensar o já sabido e ele fica com a mesma imagem do objeto a conhecer, permanecendo no des-conhecimento.

Dessa forma, o professor enquanto responsável por um projeto pedagógico, deve trabalhar na interferência da imagem que o aluno faz do referente, ou seja, do objeto a conhecer. Isto deve ser feito discursivamente:

- “a) a nível teórico, explicitando os pontos de deriva, isto é, trazendo à tona os gestos de interpretação, e*
- b) a 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.” (Orlandi, 1998 p. 18)*

Trazer à tona os gestos de interpretação dos alunos também foi um dos objetivos da atividade prática desenvolvida em grupo de quatro estudantes, a qual um dos objetivos era que os alunos fizessem uma reflexão sobre a origem do amido e conseqüentemente a sua produção pela fotossíntese, detectando sua presença nos vegetais com o teste do iodo. (anexo IV).

Pensando na incompletude dos textos no momento da leitura dos sujeitos, esses pontos de deriva, ou seja, os gestos de interpretação são importantes, pois constituem um grande passo em direção a conversar ciências de uma forma menos autoritária, mais próxima do aluno, pois fogem de um discurso que traz certa imposição de somente uma forma de pensar.

Porém isso só não basta, os alunos precisam ter acesso à teoria para entender o fenômeno, ou seja, é preciso dar-lhes condições de trabalhar em lugares em que haja outros sentidos, provocando deslocamentos para outros sentidos e no nosso caso, entender os

sentidos que são trazidos pela ciência. A nossa percepção dos registros (escritos) pessoais que faziam os alunos longe dos olhos dos professores de ciências, nos forneceu uma forte indagação de como o discurso científico dos séculos passados mais próximos a linguagem oral, funcionaria nas memórias discursivas dos alunos.

Seria possível um texto em que houvesse apenas uma forma mais próxima à coloquial, quando se fala de ciência?

Pontes entre a linguagem científica e a linguagem coloquial aproximam o homem cientista do estudante de ciências?

Como trabalhar uma forma mais pessoal da linguagem científica?

Para entendermos as condições de produção dessa leitura descreveremos o contexto, no qual realizamos (anteriormente ao texto) uma atividade com teste do iodo. Ela pautou-se na detecção do amido nos vegetais ou seus produtos manufaturados, através do iodo. Ela foi pensada principalmente depois da “conversa” com a 8ª Y, culminando na questão: *“quando a Ad come sua pipoquinha aí, não tem nada a ver com a fotossíntese?”* Percebemos que havia ainda uma idéia vaga, em relação à produção de alimento pela fotossíntese.

Uma de nossas preocupações era relacionada às concepções alternativas normalmente geradas quando estudantes pensam nas substâncias do solo que são absorvidas pelas plantas. É comum raciocinarem que se grandes quantidades de amido são encontradas nas raízes ou caules subterrâneos imersos no solo, é provável que o amido esteja presente no solo, sendo portanto absorvido pelas plantas e não fabricado por elas. Essa suposição levantada por Aristóteles há aproximadamente 2.300 anos foi uma de nossas preocupações nesta atividade.

Como já havíamos iniciado a discussão sobre o fenômeno da fotossíntese em outras atividades, as questões que acompanharam posteriormente o teste do amido, tinham o objetivo de proporcionar uma reflexão maior sobre o assunto. Uma questão bastante importante “detonou” esse processo de discussão:

“Suponhamos que você é o primeiro pesquisador a perceber que o Iodo modifica a cor de alguns vegetais e que através de suas pesquisas, além de outras leituras que você já fez, você já sabe que as plantas fazem fotossíntese geralmente nas folhas, com isso produzem glicose (um tipo de açúcar). Baseado nisso responda: ...” (anexo IV)

Essa tentativa de colocar o aluno na posição do cientista deu certa autonomia para que ele pudesse responder as questões com seus próprios recursos, ao mesmo tempo em que na própria frase, algumas informações extras foram embutidas, por exemplo, “o iodo modifica a cor de alguns vegetais” ou “plantas fazem fotossíntese geralmente nas folhas”.

E por falar em Ciência, na frase evitamos falar em cientista por achar que é uma palavra carregada de sentidos mágicos e extra-humanos, optando por *pesquisador* por considerarmos que possui o mesmo significado perante a ciência, porém está mais próximo do homem, portanto do aluno. Também evitamos a palavra “*experiência*” e utilizamos *pesquisa* (*através de suas pesquisas*), pois consideramos que a primeira pode dar a impressão de algo que somente é manipulável, não exigindo recursos questionadores e investigativos como deve ser o fazer ciência.

Além disso, destacamos a descoberta (*primeiro pesquisador*), a percepção (*a perceber que*), a produção coletiva da ciência que depende de trabalhos anteriores (*que através de suas pesquisas, além de outras leituras que você já fez*), conversando com o aluno (*você já sabe que*), partindo desse conhecimento e, para vários alunos, com novas informações (*as plantas fazem fotossíntese geralmente nas folhas, com isso produzem glicose* (um tipo de açúcar).

As discussões ocorreram em grupos, cujas respostas foram debatidas e inúmeras vezes fomos (a professora e a professora-pesquisadora) solicitadas quando percorríamos a sala. A princípio, nossa interferência era uma tentativa de fazer com que os alunos respondessem de acordo com as informações que já possuíam, sem dar-lhes respostas prontas, refletindo com seus próprios recursos, sem no entanto perdermos oportunidades de intervenções diretas quando necessário. Nas primeiras respostas obtidas das quatro salas, está implícita uma aproximação da compreensão das explicações usuais para o fenômeno, pois se o amido é um produto indireto da fotossíntese, ele não pode ser considerado originado no solo. A maioria dos alunos (76,1%, Tabela 10) justificou que isso

não era possível devido à fabricação da glicose, através da fotossíntese, armazenada nas moléculas de amido:

“Isso ocorre porque o amido é composto de várias moléculas de glicose, então ao realizar a fotossíntese e produzir glicose, a planta armazena o amido em algumas de suas partes.”

TABELA 10 – Respostas de 69 alunos, à questão “Na sua opinião, ele (o amido) também pode ser encontrado no solo, antes de estar na planta?”

Salas	Sim	Não	Total/sala
8 ^a .A	08 (44,4%)	10 (55,5%)	18
8 ^a .B	06 (25%)	18 (75%)	24
8 ^a .C	-	11 (100%)	11
8 ^a .Y	02 (14,2%)	12 (85,7%)	14
Total	16 (23,8%)	51 (76,1%)	67

Também encontramos respostas dos alunos (23,8%), que consideraram ser possível a presença do amido no solo. Pelas respostas pudemos observar que uma das “evidências” apontadas é o fato de raízes (como a mandioca) e caules subterrâneos (como a batata) estarem fisicamente imersos no solo, coincidindo com a presença de uma quantidade maior de amido. Observemos as explicações escritas dos alunos:

“...a terra passa as vitaminas e outras coisas para a planta e principalmente o amido é absorvido pela planta.”

“as experiências demonstraram satisfatórias para a compreensão de que alimentos que vieram de perto ou dentro do solo em especial as raízes se demonstraram com uma total eficiência de absorção de nutrientes”

Como já dissemos, esses sentidos **des-conhecidos** que o sujeito produz, têm um efeito imaginário sobre ele que é ignorado e ele tem a sensação do já sabido, ou seja, ele pensa que conhece. Esses efeitos, nomeados como paráfrase e polissemia pela Análise do Discurso, são inevitáveis, pois são fatos próprios da língua e de sua incompletude.

Especificamente podemos dizer que esses efeitos da língua podem apontar para os obstáculos epistemológicos de Bachelard, dos quais ressaltamos “A Experiência

Primeira”, aquela que capta o imediato, o concreto, o fácil, e que segundo o autor pode “atrapalhar” um raciocínio mais abstrato. Se os alunos concluem que a planta absorve o amido diretamente do solo, essa conclusão nos leva diretamente à suposição do não entendimento do fenômeno, já que o processo da fotossíntese produz a glicose e conseqüentemente o amido.

Apesar de um índice baixo (23,8%) quanto aos alunos suporem a existência do amido no solo, analisando a Tabela 10 podemos observar um número maior de estudantes concentrados na oitava A. Dos alunos presentes naquelas aulas 44,4% ainda estavam com dúvida.

Preocupados com essa questão, nesse momento iremos analisar o texto “A nutrição dos vegetais” (anexo VI) e posteriormente as “falas” desses alunos da 8ª A, pois além de ser a seqüência da proposta de ensino, buscamos entender mais profundamente, até que ponto um texto que mostra uma pequeníssima parcela do conhecimento sobre a fotossíntese e do movimento que tem a Ciência, fez ou não sentidos para os alunos, conforme pretendíamos.

6.4.1 - ANÁLISE DO TEXTO: “A NUTRIÇÃO DOS VEGETAIS” (ANEXO VI) E DO IMPACTO DE SUA LEITURA JUNTO AOS ALUNOS

Ler trechos de textos em voz alta, ir “traduzindo” aos alunos o que diz o autor, ressaltando o que é mais importante é uma prática bastante comum nas aulas de ciências.

O subprojeto de ciências da Fapesp possuía objetivos centrados nas ações culturais, desenvolvidas na escola pelos alunos e/ou professores ou mesmo na comunidade extra-escolar. Então, especificamente as atividades relacionadas à leitura apresentavam um olhar diferenciado das tradicionais, que comumente se resumiam ao cumprimento de tarefas.

Observando a forma como uma das professoras trabalhava os textos anteriores à proposta de ensino de fotossíntese, e, a forma como lia para seus alunos, pudemos inferir que mesmo textos diferentes (dos tradicionais didáticos), os quais trazem consigo aspectos curriculares mais amplos, a forma e objetivo da leitura não haviam se modificado e não garantiam um trabalho pedagógico diferenciado, ou seja, os textos ainda eram instrumentos

para que os alunos pudessem ver materializado onde o professor queria chegar, induzindo fortemente esse olhar, limitando os sentidos múltiplos.

Nesse sentido, a procura foi por um outro discurso que fugisse do autoritário, que trouxesse algo capaz de mexer com os sentidos dos alunos, onde os sentidos pudessem ser outros, incluindo-se aí, os sentidos propostos pela ciência atual em relação ao conhecimento sobre fotossíntese hoje, ou seja, o próprio discurso da ciência, porém imerso na história, com uma visão diferenciada da ciência, como algo em processo, sendo construída por homens com todos os erros e acertos possíveis, além da preocupação com a leitura onde houvesse espaço para a polissemia, e que permitisse deslocamentos.

Também conhecíamos e havíamos analisado os livros didáticos utilizados numa das escolas. Para essas análises, construímos alguns “contínuos”, um tipo de ferramenta para analisar o material. Havia uma forte intenção nossa de que o texto pudesse se contrapor a algumas das críticas que fazíamos aos livros e que pudesse, pelo menos em parte, alcançar algumas expectativas tirando uma certa vantagem daquilo que já conhecíamos, pois não queríamos cometer os mesmos erros. Havíamos construído alguns contínuos ao analisar os livros didáticos, os quais foram importantes tanto para pensarmos a proposta, quanto para as análises que fizemos.

Resgatando-os:

- A forma Pessoal/Impessoal da Linguagem comum/Linguagem científica**, onde percebemos a **neutralidade** do discurso científico, em textos apropriados pelo ensino de ciências.
- A Completude/Incompletude do texto Profundo/Superficial**, onde criticamos a **superficialidade** dos textos didáticos, num processo de simplificação exagerada que vem tradicionalmente selecionando alguns conteúdos resumidos normalmente a conceitos, mas que vêm embalados com verniz de completude.
- O que é Opcional/Obrigatório revelando-se Transparente/Oculto**, onde a **avaliação** aparece como a chave mestra, que dita o que deve ser lido, qual voz deve ser ouvida, colocando no esquecimento as interpretações dos leitores-alunos.

O que é Proposto/Pressuposto localizado no Tempo/Atemporal, onde a história e os aspectos sociais da ciência, aparecem silenciados e a **atemporalidade** toma seu lugar, provocando uma sensação de uma ciência acabada, completa.

Então, nesse momento, optamos por um texto que possuía **trechos de trabalhos originais** dos primeiros pesquisadores da fotossíntese e ao mesmo tempo trazia o conhecimento aceito atualmente pela ciência, especificamente sobre fotossíntese. O texto nesses moldes tinha dois objetivos: relativizar a ciência, desvelando-a como um fazer humano e tentar uma maior aproximação com os alunos através do seu hábito de escrever diários.

Esse último fato foi detectado por nós durante a observação das aulas das professoras e, por essa razão acreditávamos que os trechos originais dos cientistas, por serem muito próximos aos diários que os inúmeros adolescentes escreviam e anexavam todo o tipo de lembranças (principalmente as meninas), poderia ocasionar essa aproximação. Esse fato também pode ser observado nas questões iniciais que fizemos sobre leitura. (Tabela 11).

TABELA 11 – Resposta de 85 alunos (das quatro salas) à pergunta 5 do questionário inicial (anexo II) “Você gosta de escrever na sala de aula, num diário por exemplo?”

Séries	Não gostam	Às vezes	Gostam
8 ^a A	07	07	11
8 ^a B	12	01	08
8 ^a C	08	05	04
8 ^a Y	07	01	14
Total	34	14	37
Total (%)	40	16,47	43,52

É possível observar que 43,52% dos alunos disseram gostar de escrever em diários. Se somarmos esse número aos que disseram que escrevem às vezes, ou seja,

16,47% temos um total de 59,99% dos estudantes que já tiveram alguma experiência semelhante. Esses fatos evidenciaram um caminho novo no galgar de nossos objetivos e foram levados em conta na utilização do texto e sua posterior discussão, além de outra atividade de escrita em estilos diferenciados, a qual foi analisada no último item desse capítulo.

Grosso modo, o texto em análise, pode ser dividido em quatro partes: **a sistematização dos conhecimentos sobre o amido**, trabalhado em aulas anteriores (a descrição dessa atividade está no capítulo cinco); **ênfase na contestação de van Helmont a Aristóteles** sobre a participação apenas da água no processo da fotossíntese; **ênfase nas dúvidas de Priestley e a sua descoberta acidental dos gases envolvidos na fotossíntese**; **a construção do terrário - respiração e fotossíntese** (esta última parte foi analisada posteriormente no item 6.6 devido ao caráter diferenciado da leitura, já que se tratou de uma atividade prática).

É importante lembrar que juntamente com este texto, outro foi utilizado para subsidiar o professor e auxiliar nas discussões com as classes. (anexo I)

6.4.2 - SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS SOBRE O AMIDO TRABALHADO NAS AULAS ANTERIORES.

Tentando criar um momento da leitura também como uma sistematizadora de conhecimentos, resgatamos as conclusões obtidas pela sala durante a atividade do amido e implementamos no texto. Sabíamos que essas “conclusões” não pertenciam a todos os estudantes, pois estávamos levando em conta os obstáculos epistemológicos, além de todas as outras dificuldades de um trabalho com um número grande de alunos nas salas.

Logo na primeira frase aparecem as palavras *“nossa aula... pudemos identificar...”* com o intuito de compartilhar os conhecimentos adquiridos até então.

Frases curtas e objetivas no início do texto, com marcadores em negrito ressaltando as conclusões foram implementadas - *“alguns vegetais têm mais amido que outros”* (isso foi visto no teste do Iodo que haviam feito).

Além disso, novas informações também fazem parte dessas frases marcadas embutidas nas conclusões, por exemplo, *“várias moléculas de glicose formam uma*

molécula de amido” “o amido é uma molécula grande...” “ele (amido) é quebrado pela saliva liberando a glicose”

Uma pergunta no texto, ressalta a transformação química das substâncias: “Não é incrível que a partir de um gás e um líquido, o vegetal produza oxigênio e alimento?” Esclarece porque os vegetais são chamados de produtores e os animais consumidores, ressaltando ainda a questão da produção de alimento.

Ainda nessa primeira parte, o texto tenta fazer um paralelo entre o que pensam os alunos sobre a questão da formação do amido, com o que pensavam os homens da ciência de outros tempos (*porém existe muita confusão por parte das pessoas quando pensam na produção de alimento pelo vegetal, pois... Essa idéia já foi aceita pela ciência em determinadas épocas. Por exemplo, Aristóteles...*)

Nessa etapa principalmente podemos enfatizar o caso de Aristóteles que imaginava ser o alimento retirado pela planta diretamente do solo, exatamente como muitas pessoas ainda pensam, que por sua vez contraria toda a forma de pensar num processo de produção de alimento como é o que acontece na fotossíntese.

6.4.3 - ÊNFASE NA CONTESTAÇÃO DE VAN HELMONT A ARISTÓTELES

Numa segunda etapa, o texto traz van Helmont e seu histórico experimento, contrariando a forma de pensar de Aristóteles e enfatiza que isso ocorreu “somente” há 300 anos. Há um pequeno trecho de van Helmont²³, escrito em primeira pessoa do singular, bastante incomum aos textos didáticos de ciências, o qual descreve como foi feito um dos experimentos mais importantes do cientista (*Tomei um vaso de barro, no qual coloquei ... plantei, ... cobri, ... computei, ... tornei...*) e que deu origem a sua conclusão, que veio desbancar o que se pensava, até então, sobre absorção de alimento diretamente do solo.

Ele concluiu que toda a água utilizada quando regou uma planta por cinco anos, transmutou-se em madeira, dizendo comprovar sua hipótese medindo o peso da árvore e do

²³ Van Helmont, J.B. *Ortus Medicinæ* (Leyden, 1648), p. 109; English translation by J. Chandler, *Oriatrike* (London, 1662), p. 109.

solo utilizado, no início e no final do experimento, após cinco anos. Um desenho ilustra esse trecho.

Há uma questão depois disso que checa (ou choca) a conclusão a que chegou van Helmont “*Você concorda com a última frase de van Helmont? Por quê? (“Portanto, 80 Kg de madeira, cortiça e raízes surgiram unicamente a partir da água”)*”.

Logo após há uma sutil resposta, lembrando que o cientista não levou em conta a atuação da atmosfera e principalmente por ser outra época, não se havia inventado o microscópio, tentando entrar um pouco nas condições diferenciadas da produção da ciência.

6.4.4 - ÊNFASE NAS DÚVIDAS DE PRIESTLEY E A SUA DESCOBERTA ACIDENTAL DOS GASES ENVOLVIDOS NA FOTOSSÍNTESE

Outra abordagem também feita no texto, foi quanto ao descobrimento da participação da atmosfera na fotossíntese. Há uma soma e ao mesmo tempo uma contestação sobre o que dizia van Helmont (*foi mais um passo adiante na descoberta dos processos da fotossíntese*), quando Priestley como químico estudando os gases compreendeu que velas acesas e animais “*prejudicavam*” o ar, além de descobrir acidentalmente, segundo Priestley, que as plantas “*regeneravam*” o ar.

Para tanto, há dois trechos originais de Joseph Priestley²⁴ apresentados por ele na “*Philosophical Transactions of the Royal Society*”. O texto também foi escrito em primeira pessoa do singular, um estilo muito comum na época, mas raro hoje em dia em textos científicos originais (Atkinson, 1999).

A primeira citação do autor no texto utilizado na proposta, está relacionada às suas indagações quanto ao problema “do fogo que consome o ar” e algumas de suas indagações sobre quais seriam medidas tomadas pela natureza para reparar esses danos.

Na segunda, ele conta como acidentalmente atinou para um dos “restauradores do ar”, a vegetação, porém, levanta que não sabe como a vegetação consegue tão notável efeito - “*não pretendo ter descoberto*”.

²⁴ Priestley, J. “Observation on Different Kinds of Air” *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 62 147-264 (1772), pp. 162.

Consideramos logo no início, que alguns trechos dessa pequena citação pudesse dar ao leitor dois aspectos diferentes sobre a ciência em processo, principalmente por tratar-se da voz do cientista. Por exemplo, em trechos como esses “*acidentalmente atinado*” e “*não pretendo ter descoberto*”, pensamos na possibilidade de deslocar sentidos para a ciência em construção, a qual também depende de incidentes e imprevistos, de pensamentos que nos ocorrem durante certos momentos, como acontece a qualquer ser humano, que o método científico não é uma simples receita de bolo e que não há condições, nesse momento, de sabermos tudo sobre esse assunto.

Isso também é frisado, posteriormente aos desenhos que acompanham as experimentações de Priestley, pois como conclusão temos algumas frases do autor do texto, sobre o desconhecimento de “todo” o processo da fotossíntese até nos dias atuais, enfatizando a ciência como um processo inacabado.

Uma outra frase tenta colocar (um tanto rápido infelizmente), a questão do uso de variáveis na ciência, o que só veio a ocorrer com maior intensidade no século XIX. Como o texto aponta para as severas críticas que Priestley recebeu dos seus colegas, pois os mesmos não obtiveram os mesmos resultados, uma explicação para essas críticas é a suposta realização dos experimentos em locais escuros. Essa explicação ao mesmo tempo que informa a diferença dos resultados quando se leva em conta as variáveis, reforça a questão da importância da luz nos processos da fotossíntese. Essa parte termina com a ênfase na necessidade do oxigênio para a maioria dos seres vivos.

Uma última parte nos remete à atividade prática sobre a construção de um pequeno terrário. Esta etapa foi analisada posteriormente.

É bom lembrar que no final do texto foram colocadas referências bibliográficas.

6.4.5- PRINCIPAIS PALAVRAS E CONSTRUÇÕES

Certamente há determinadas construções que são marcadores fundamentais num texto. Começamos pelos adjetivos. Há sem dúvida dois tipos dele dominantes nesse texto: os científicos e os lúdicos.

Aos científicos relacionamos os que estão ligados aos substantivos trazidos pela linguagem da ciência tais como: animais *consumidores e produtores*, alimentos *energéticos*. Em contraponto vêm os adjetivos “lúdicos” que parecem estar relacionados a uma certa motivação para a leitura, talvez tentando quebrar um estilo mais enfadonho: *incrível, interessante, grande, fácil, acidental, simples, admirável, notável, severas, indispensável*.

Já nos substantivos em sua grande maioria, o texto traz quase sempre os relacionados aos conhecimentos sobre os fenômenos naturais: *amido, folhas, solo, alimento, glicose, vegetal, combustão, vela, campânula, fotossíntese, rato, oxigênio, combustível, respiração*. Ou mesmo substantivos ligados aos processos da ciência: *resultados, hipóteses, problema, descoberta, conclusão, críticas*.

Algumas palavras circunstanciais (apesar, somente, unicamente, através) e frases merecem destaque, para que o leitor tenha alguma idéia do que estamos falando, sobre como essas palavras podem ter funcionado no texto:

- “...*apesar* de algumas raízes...” - ênfase no que pode pensar o aluno. A palavra *apesar* abre um espaço para que haja uma contraposição sobre a afirmação da produção de alimentos pelo solo, devido à proximidade deste nas raízes;

- “...*fácil confundir*... *já foi aceita pela ciência*” - dizendo posteriormente que é permitido “errar”. Nesse caso a palavra “confusão” vem no sentido de “erro”;

- “*Somente* há 300 anos ...” - essa palavra vem romper com o passado e nos dá a impressão de ser um conhecimento recente, quando se pensa em Aristóteles há 2.000 anos;

- “...*próprias palavras ...forma de pensar*...” – possibilidade de ouvir a voz do cientista;

- “...*unicamente* a partir da água” - essa conclusão de um dos últimos e maiores alquimistas, van Helmont (Nash, 1957), (que também foi um dos primeiros “químicos” da forma como conhecemos a química atual), contrariou a forma do pensamento da época sobre o assunto da absorção dos alimentos, cuja ênfase foi na teoria da transmutação, que previa que os materiais pudessem transmutar-se em outros, nesse caso, água em madeira. Esse trecho e o de Priestley estão escritos em verbos conjugados no presente e em primeira pessoa do singular, em citações em itálico, diferenciando-as do todo do texto;

- “...foi mais um passo adiante...” - essa frase pode reportar-se à conclusão parcial de van Helmont e de que mais conhecimento foi sendo construído;

- “...através de experimentações *compreendeu*...” - não possuía uma resposta pronta. Precisou testar hipóteses através de suas experimentações;

- “*Químico*” - um químico falando da biologia;

- “...importantes objetos de *indagação filosófica*...” - Para Priestley, não há uma resposta ainda para o problema, apenas dúvidas;

- “...*Gabo-me de haver acidentalmente atinado*...” - Segundo Nash (1957, p. 36), muitas das importantes descobertas de Priestley, aparecem superficialmente descritas como meros e afortunados acidentes. Para alguns isso é verdade até certo ponto, mesmo que para tanto, ele tenha feito determinadas ações para conseguir tais acidentes. Porém para outros os “acidentes” eram produtos de análises perceptivas de um problema, seguido de uma série de sistemáticas tentativas para achar sua solução. Bachelard (1996) também aponta que Priestley tinha “idéia fixa” em atribuir ao acaso todas as suas descobertas científicas, focalizando a sorte em vez da razão (p. 38).

Ainda que Priestley tenha essa imagem de “forjar” acidentes, seus trabalhos são, sem dúvida nenhuma, muito importantes, tanto na história da construção dos conceitos sobre o fenômeno, quanto à forma como escreveu os trabalhos, dando-nos alguns sentidos para a ciência que vêm se perdendo nesse século, quando somente se pensa no seu produto. Ao colocar que acidentalmente “atinou”, fica visível que esses processos são passíveis quando da construção da ciência;

- “...*pelo menos um dos restauradores*” - diferente de van Helmont, Priestley não absolutiza o descobrimento, é mais cauteloso, e, enfatiza na descoberta de pelo menos um dos restauradores da natureza, para o ar “fixado” pela combustão;

- “...*na verdade ainda hoje estamos tentando descobrir*” - o autor tenta colocar a ciência como um produto humano, quando utiliza o verbo em primeira pessoa do plural “estamos”.

6.4.6 - OS SUJEITOS DO TEXTO

Segundo Orlandi (1996a) geralmente é possível observarmos nos textos três tipos de sujeitos: o do enunciado, o da enunciação e o textual. Os primeiros se destacam

facilmente no texto: van Helmont, Priestley e Aristóteles. Este último, apesar de possuir um papel secundário, é importante para estabelecer uma ponte entre o que se pensava sobre a questão dos alimentos absorvidos do solo e o que o aluno pode pensar agora, inclusive cometendo o mesmo equívoco.

O sujeito da enunciação é o autor do texto, que possui um ponto de vista e geralmente dá ao texto ênfases privilegiando determinados pontos de vista. Nesse caso, podemos perceber uma tentativa de diálogo com o leitor, falando do ponto de vista do professor que sabe ciências, mas que não é o cientista, já que dá oportunidades da voz do cientista ser ouvida, quando se utiliza de trechos originais. Além disso, verbos e pronomes são conjugados em primeira pessoa do plural, dando-nos a impressão de um trabalho mais coletivo. Também duas questões mais reflexivas foram colocadas no texto, tentando estabelecer um certo diálogo com o leitor.

O sujeito textual é algo mais geral do qual nasce toda a unidade do texto, ou seja, gera a percepção do texto como um todo (apesar de sua intertextualidade, que prevê relações com os outros textos). Nesse caso, estamos nos referindo à ciência que é enfatizada como processo. Há trechos em que esse sujeito aparece explicitamente, por exemplo, *“a ciência tem investigado”* ou *“já foi aceita pela ciência”*, além de outra forma bastante sutil *“ainda hoje estamos tentando descobrir”*. Orlandi (1996a) esclarece que esse tipo de apreensão é o que apresenta o nível de maior dificuldade quando se pensa na interpretação global da unidade.

Para sintetizar os aspectos gerais do texto relatados anteriormente, elaboramos um organograma, onde é possível encontrar os principais aspectos e componentes do texto, o que pode facilitar uma certa antecipação das possíveis leituras dos estudantes, além da compreensão a princípio do funcionamento o texto.

Em seguida colocamos um resumo dos principais componentes do texto e como esses componentes ocorrem no texto.

Direção argumentativa e componentes do texto

OBSERVAÇÃO E CONSTATAÇÃO SOBRE O
AMIDO (EM BUTIDO COISAS A SABER, APESAR
DA ÊNFASE NO JÁ CONHECIDO)

O que é
Como é produzido
Quem produz
Onde é produzido
Como os animais o utilizam

DESTAQUE PARA:
CONFUSÃO "NORMAL" SOBRE ONDE É
PRODUZIDO O AMIDO

CONCLUSÃO PARCIAL DE VAN HELMONT:
Quebra da forma de pensar de Aristóteles com o
experimento de van Helmont
(sentido de comprovação)

desenho

CURIOSIDADE/PROBLEMA DE PRIESTLEY:
Se uma vela "prejudica o ar" quem repõe esses danos?

DESCOBERTA ACIDENTAL DE PRIESTLEY
A vegetação é para ele, pelo menos uma das medidas de
"restauração do ar" danificado pela combustão das velas

desenho

DESTAQUE PARA FOTOSSÍNTESE COMO UM
CONHECIMENTO EM CONSTRUÇÃO

Componentes principais do texto	Como esses componentes ocorrem no texto
1) amido não é produzido no solo	1') produção do amido: informações dadas como já sabidas (porém algumas eram novas)
2) Aristóteles também pensava a produção do amido no solo	2') Confusão de Aristóteles (confusão vem no lugar de erro ou equívoco) 2'') Pessoas confundem (é “fácil confundir”) 2''') essa “confusão” já foi aceita pela ciência
3) Van Helmont contrariou sua forma de pensar	3') Van Helmont “derrota” o que pensava Aristóteles através de um experimento.
4) Priestley faz indagações sobre a combustão e descobre acidentalmente a participação dos vegetais	4') Mais um passo a frente 4'') Um problema – indagação 4''') Um acidente - resposta
5) Evolução do conhecimento sobre fotossíntese.	5') Não sabemos tudo sobre fotossíntese

6.4.7 - ATÉ QUE PONTO UTILIZAMOS UM TEXTO COM NOSSAS PRÓPRIAS EXIGÊNCIAS?

Por conta de críticas diretas ao objetivismo exacerbado nascido em trabalhos de cunho comportamentalista na área de educação, vemos ressuscitada a importância da **memória** nos trabalhos de Vygotsky que a considera como uma das funções mentais superiores do homem (1993).

Construída socialmente, a memória tem um papel muito importante na história da humanidade, pois é a partir dela que é possível a construção dos significados a partir de eventos ocorridos e conseqüentemente a história.

A análise do discurso que nos pautamos, considera memória discursiva como o pano de fundo para todas as ações e reflexões dos sujeitos. É nela que encontramos os sentidos, onde ocorrem os deslocamentos, onde nos posicionamos como sujeitos dependendo das condições de produção, ou seja, ela é a instância da constituição dos sentidos.

Para dizer algo, é impossível evitar a repetição já que sem ela seu enunciado não seria interpretável, ou seja, o enunciado precisa se inscrever no repetível, no entanto, essa repetição é feita de uma forma particular, pois ela depende da memória discursiva, produzindo um evento interpretativo, um evento que faz sentido (Orlandi, 1998).

Tentando entender a repetição, algumas vezes como um mero exercício mnemônico, outras vezes como algo tocado pela história, utilizamos as considerações feitas por Orlandi, quanto aos distintos tipos de repetição, encontradas nas respostas dos alunos, quando da leitura do texto em questão. São elas:

- a) *Repetição Empírica: exercício mnemônico que não historiza o dizer;*
- b) *Repetição Formal: técnica de produzir frases, exercício gramatical que também não historiza, só o organiza;*
- c) *Repetição Histórica: formulação que produz um dizer no meio dos outros inscrevendo o que se diz na memória constitutiva.” (1998, p. 14)*

Para a autora, há trânsito entre os três tipos de repetição, eles não estão congelados. E é aí que o professor pode interferir, criando condições para que o aluno trabalhe com a sua memória do dizer. O primeiro tipo, a empírica, está relacionada àquelas repetições, as quais o aluno repete sem saber muito bem o que diz, esquecendo-se

logo em seguida de quase tudo. O segundo tipo, a formal, embora seja mais abstrata, o dizer não sai do lugar, pois não há historização; há a repetição com outras palavras. E por último está a repetição histórica, a qual produz deslizamentos, havendo sempre a possibilidade de outros dizeres a partir daquele.

Como eles não são estáticos, os três tipos de repetições podem vir a ser movimentados durante as interações propostas pelo professor e segundo a autora o “ideal” seria o movimento da empírica para histórica.

Para nós, o fato de o aluno entender que no solo não existia amido, era muito importante, mas não suficiente. Era importante entender esse conceito, pois quando o aluno assumisse esta idéia, aparentemente ele conseguiria compreender pelo menos em parte, o processo da fotossíntese, porém, pretendíamos avançar mais, levando em consideração que a ciência não deveria se resumir a apenas alguns conteúdos tradicionalmente selecionados, nitidamente visando somente à abordagem de seus “produtos”.

Desde o subprojeto “Conhecimento nas Ciências Naturais: Ações Culturais”, buscávamos trabalhar com outros conteúdos trazendo um discurso mais próximo da Ciência “feita” pela humanidade, que muitas vezes aparecia silenciado nas aulas de ciências. Por outro lado, já sabíamos que apenas textos diferenciados não garantiam um avanço na leitura desses textos e conseqüentemente nem um ensino diferenciado, quando a proposta era ouvir o aluno, suas múltiplas vozes e conversar ciências.

Além de todos os entraves que podemos levantar em relação aos professores sobre a problemática das escolas no ensino de ciências, como falta de verbas nas escolas para recursos materiais ou salários, jornada de trabalho exaustiva, heterogeneidade de conteúdos ao trabalhar as quatro séries, muitas vezes num mesmo dia, falta de tempo e espaço para a preparação de aulas, falta de seqüência de trabalho numa mesma escola de anos anteriores, precariedade em sua formação, há a quase total inexistência de textos diferenciados dos comumente utilizados. Ainda que houvesse facilidade na obtenção desses textos, ainda haveria o problema de como utilizá-los.

Essa etapa é uma análise da possibilidade do uso de textos dessa natureza, pensando, por exemplo, como originais ou impressões pessoais dos cientistas dos séculos passados podem funcionar no ensino de ciências.

6.5 - RESULTADOS DO IMPACTO DO TEXTO NOS ALUNOS

Buscando formas que estabelecessem relações diferenciadas durante a leitura, propusemos o texto “A nutrição dos vegetais” (Anexo VI). Para tal, solicitamos a cada aluno, que respondesse por escrito algumas questões “abertas”. Nosso objetivo era que essas questões deixassem espaços para que eles pudessem se expressar, porém com certo direcionamento ao priorizarem em suas falas o que não sabiam, o que acharam mais interessante e o que já sabiam, além é claro de outros registros que quisessem fazer, como por exemplo, críticas ao texto.

A Tabela 12 é uma tentativa de levantar primeiramente as repetições das múltiplas vozes dos alunos nas quatro salas, colocando a frequência encontrada nessas repetições entre os alunos e em relação ao texto. A partir dessa Tabela, estabelecemos padrões, cruzamos com outros dados (de outras atividades, escritos ou falados).

Primeiramente, as respostas dos estudantes às questões (O que você não sabia, O que você achou mais interessante, O que você já sabia e outros) foram lidas e relidas inúmeras vezes, exaustivamente. Levando-se em conta as repetições que encontramos, fizemos uma classificação, perante essas respostas. Dentro dessa classificação agrupamos as semelhanças de cada questão, por exemplo, alunos que consideraram os experimentos de Priestley como mais interessantes, porém com respostas objetivas foram colocados num mesmo grupo.

A frequência dessas repetições foi colocada na Tabela 12, de acordo com sua aparição nas diferentes salas de aula. Em seguida colocamos exemplos típicos dessas repetições feitas pelos alunos. Na última coluna reservamos espaços para nossos comentários, que de certa forma justificam o porquê desse agrupamento feito.

As frases são exemplificadoras, ou melhor dizendo, são exemplos típicos do que pensaram os alunos. Os números, apesar de interessantes quanto a olharmos as frequências das frases, não significam muito quando pensamos na questão dos silêncios.

Podemos afirmar que muitos pensamentos não foram registrados no papel e nem isso seria possível, quando pensamos a incompletude presente na língua, ainda mais quando consideramos que as palavras conversam uma com as outras e uma rede de sentidos é formada em nossa memória discursiva. Com isso em mente, mesmo com essas “limitações”, essa etapa foi importante para sabermos o que os alunos priorizaram no momento dessa leitura, diante de questões tão abertas.

Também vale a pena lembrar que o texto não havia sido ainda discutido com os alunos.

Nas questões em que 85 alunos²⁵ respondem “o que não sabiam” (foram 85 manifestações) como mostra a Tabela 12, há um agrupamento de respostas organizadas pela sua frequência, ou seja, do número maior de ocorrências até o menor. Agora essa Tabela será descrita a partir de alguns tópicos retirados das próprias respostas, os quais chamaremos de padrões. Tais padrões são relacionadas ao **amido**, à **parte histórica**, aos **conceitos sobre a fotossíntese propriamente dita e outras dúvidas mais variadas**²⁶.

Quanto ao AMIDO:

- Desconhecimento de sua origem - 19 alunos priorizaram essa fala dizendo que não sabiam da **não** produção do amido pelo solo, contrariando assim a sua própria forma de pensar - *“Eu pensava a mesma coisa que Aristóteles, **que as plantas retiravam o alimento diretamente do solo**. E o experimento de van Helmont que contraria totalmente a **minha forma de pensar**”*. Cris O 8ª A (grifos nossos);

- O que é o amido - *“Não sabia que o amido é uma molécula grande com várias moléculas de glicose”*. Patrícia 8ª B. Encontramos 17 alunos respondendo que não sabiam o que era o amido. Até então, isso **não** havia sido comentado com os alunos, os quais detectaram uma informação nova no texto;

²⁵ Não houve limite para essas manifestações, ou seja, alguns alunos registraram mais que uma resposta para as mesmas questões, enquanto outros não responderam a todas as questões.

²⁶ Na tabulação da Tabela 12 e na própria Tabela, todos os grifos em negrito são nossos.

TABELA 12 - Levantando e organizando as múltiplas vozes de 85 estudantes das quatro salas
O QUE VOCÊ NÃO SABIA?

Nº ALUNOS DAS DIFERENTES SALAS					FRASES TÍPICAS	COMENTÁRIOS
A	B	C	Y	TO TAL		
12	4	3		19	<i>Que no solo não existe amido, porque ele é fabricado pela planta ... algumas raízes têm bastante amido, mas isso não significa que ele é produzido nesse local, ele é apenas transportado para lá. Cla 8ª A</i> <i>Eu pensava a mesma coisa que Aristóteles, que a plantas retiravam o alimento diretamente do solo. E o experimento de van Helmont que contraria totalmente a minha forma de pensar. Cris O 8ª A</i> <i>A confusão que Aristóteles fez foi a mesma que eu fiz, porém ele passou por isto a 384 anos antes de Cristo e eu no ano de 1997 depois de Cristo. Michelle 8ª C</i> <i>... que o amido era produzido somente na folha, pensava que também havia produção no solo Adriana 8ª B</i> <i>Que o amido era produzido principalmente nas folhas Rose 8ª C</i> <i>Que o amido é uma molécula grande com várias moléculas de glicose. Patricia 8ª B</i> <i>Que amido é formado por glicose Sandra 8ª A</i>	Contrariando a forma de pensar – Produção de amido no solo
8	5	3	1	17	<i>Quando comemos alimentos com amido ele é quebrado pela saliva, liberando glicose Rosana 8ª A</i> <i>...Depois de transformada ela (glicose) é energia, mas ainda preciso de outros alimentos porque cada um tem uma função diferente no organismo. Michele 8ª C</i> <i>Que alguns vegetais possuem mais amido que os outros, o que pode representar a existência de diferentes substâncias nos vegetais. Gus 8ª A</i> <i>Porque os vegetais têm mais amido que outros. Graci 8ª A</i> <i>Que havia mais amido nas raízes do que nas folhas onde é fabricado. Adri 8ª Y</i>	Detectando informação nova no texto
08		5	1	14	<i>Quando comemos alimentos com amido ele é quebrado pela saliva, liberando glicose Rosana 8ª A</i> <i>...Depois de transformada ela (glicose) é energia, mas ainda preciso de outros alimentos porque cada um tem uma função diferente no organismo. Michele 8ª C</i> <i>Que alguns vegetais possuem mais amido que os outros, o que pode representar a existência de diferentes substâncias nos vegetais. Gus 8ª A</i> <i>Porque os vegetais têm mais amido que outros. Graci 8ª A</i> <i>Que havia mais amido nas raízes do que nas folhas onde é fabricado. Adri 8ª Y</i>	Entendendo a classificação dos alimentos geralmente ensinada em anos anteriores.
3		2	1	06	<i>Que alguns alimentos transportam seu amido que é produzido nas folhas para as raízes. Rod 8ª C</i>	Ampliando significados - Transporte de substâncias da folha para a raiz e não absorção direta do solo

1			3	04	<i>Das condições para sua produção (amido) gás carbônico(CO₂), água(H₂O) em presenças de luz que se transforma em glicose Cla 8ª A</i> <i>Que não necessita apenas de luz para haver fotossíntese. Erica 8ª Y</i> <i>D a função da água e da atmosfera Adri 8ª Y</i> <i>Que a vela precisa de oxigênio para ficar acesa Sheila 8ª Y</i> <i>Que uma vela consome cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. Rose 8ª C</i> <i>Aprendi a maneira de pensar de van Helmont, sobre o crescimento de uma árvore em cinco anos e o de Priestley que ficou muito perto de resolver o problema com experiências de animais e plantas. " Gi 8ª A</i> <i>Há 300 anos atrás quando van Helmont (1577-1644) que pode contrariar essa forma de pensar. Rosemeire 8ª C</i> <i>Que Aristóteles considerava que as plantas retiravam o alimento do solo Ana p. 8ª A</i> <i>Que as plantas conseguem "inverter a respiração" (aspas do aluno) Rod. 8ª C</i> <i>Que a vegetação é restauradora. Renata 8ª C</i> <i>"Que as plantas reverterem os efeitos da respiração" (aspas do aluno) Bi M 8ª A</i> <i>Quem tinha descoberto ao certo que as plantas transformam o material retirado do ambiente Graci 8ª A</i> <i>Que a Ciência tem pesquisado que as substâncias como o amido, proteínas, gorduras, vitaminas, são produzidas pelos vegetais. Ricardo 8ª C</i> <i>Que foram os químicos que descobriram (descobriram) como que a planta se alimentava. Chris 8ª A</i> <i>Que alguém tinha feito experimentos para saber se a planta produz oxigênio Ana P. 8ª A</i> <i>Que alguns microorganismos faziam fotossíntese. Inara 8ª C</i> <i>Pensava que as plantas aquáticas não faziam fotossíntese Gabriela 8ª Y</i> <i>Pensava que as plantas produziam oxigênio para nós e não para elas Gabriela 8ª Y</i> <i>As plantas produzem o amido que é usado na nutrição das vegetais Welling 8ª A</i> <i>Das experiências de van Helmont e Priestley. Michele 8ª A</i> <i>De nenhuma das duas experiências. 8ª B</i> <i>Que os vegetais são responsáveis diretos pela produção de oxigênio e pela fabricação de alimentos. Ricardo 8ª C</i> <i>Que o oxigênio é produzido pela fotossíntese. Cla 8ª A</i>	Percebendo as condições para a realização da fotossíntese
1		1	2	04	<i>Informações sobre combustão</i>	Informações sobre combustão
3		1		04	<i>Aprendendo formas de pensar a ciência – erros e acertos</i>	Aprendendo formas de pensar a ciência – erros e acertos
2		2		04	<i>Utilizando trechos do discurso: Priestley disse</i>	Utilizando trechos do discurso: Priestley disse
3		1		04	<i>Conhecendo: Os processos da ciência relacionados a fotossíntese</i> <i>A presença do humano na produção da ciência</i>	Conhecendo: Os processos da ciência relacionados a fotossíntese A presença do humano na produção da ciência
1		1	1	03	<i>Intertextualidade</i>	Intertextualidade
1		1		02	<i>Relativizando o antropocentrismo</i>	Relativizando o antropocentrismo
1	1			02	<i>Curriculo silenciado</i>	Curriculo silenciado
1		1		02	<i>Importância da Fotossíntese para o planeta Terra</i>	Importância da Fotossíntese para o planeta Terra
45	10	17	12	85	TOTAL DAS MANIFESTAÇÕES	

O QUE VOCÊ ACHOU MAIS INTERESSANTE?

FRASES TÍPICAS						
4	5	3	5	17	Mais legal foi a Priestley da importância das plantas. Aline 8ª Y	O experimento mais interessante
					Não sabia de nenhuma das duas , gostei mais da de Priestley Gus 8ª A	
					Provou que as plantas produzem oxigênio Ana Paula 8ª A	Menção direta à Experimentação
					O oxigênio é realmente produzido pela fotossíntese, quando 1770 Priestley fez experiências para provar a produção de oxigênio Welling 8ª A	
					As experiências que “eles” fizeram para comprovar que a planta não tira alimento somente do solo. Juliana 8ª B (aspas da aluna)	
5	1	4	3	13	As idéias dos experimentos de Priestley. Simone 8ª A	
					Acho legal que existam pessoas, ou existiam que se interessavam por coisas, principalmente fazendo experiências para descobrir, ou estudar coisas novas. Michelle 8ª A	
					As formas que usaram para comprovar teses Hugo 8ª Y	O peso da experimentação
					Através da experimentação compreendeu que velas acesas e animais prejudicavam o ar tornando-o incapaz de permitir a vida. Isso é uma prova que a planta produz oxigênio Juliana 8ª C	
					Foi da vela fechada sem a planta e depois com a planta...Ale 8ª A	Descrevendo o desenho do experimento de Priestley, cuja única descrição está na legenda
					Interessante aquela pesquisa que foi feita, se colocarmos uma vela acesa (acesa) e tamparmos com um vidro ela se apagará, mas se colocarmos junto com ela uma planta ela ficará acesa (acesa) vários dias sem apagar, isso acontece porque a planta solta oxigênio.” Clei 8ª B	
3	4	1	2	10	Foi da experiência que o cara colocou a vela dentro de um vidro e a vela apagou e quando colocou a planta dentro com a vela, ela não se apagou Ederson 8ª B	
					...a experiência da vela com a arvinha (arvorezinha), e o rato sozinho num vidro e morreu, mas com a arvinha (arvorezinha), ele conseguiu (consegue) sobreviver. A.P. 8a. B	
					Foi da planta, a pessoa pois o vidro sobre a planta por um tempo e depois colocou o vidro sobre a vela , a vela acende Wesley 8a Y	

3			6	9	Eu gostei daquela figura do rato, quer dizer que nenhum ser vivo, vive sem oxigênio. Thiago 8ª A Achei interessante as experiências demonstradas. Viviane 8ª Y	Menção direta ao desenho
6	1	1		08	A experiência de van Helmont e a produção de alimentos não é só feita pela raiz. 8ª A Renata Achei bem legal a experiência que van Helmont fez para contrariar a forma de pensar de Aristóteles, que considerava que as plantas retiravam o alimento diretamente do solo. Claudia 8ª A Van Helmont tirou a prova ...o que faz a planta crescer é a água (segundo van Helmont) Mateus 8ª A (parêntesis do aluno) A experiência de van Helmont e se a planta tira todo o seu alimento do solo. O experimento provou que isso não é verdade. 8ª C. Jair	Experimentos de Van Helmont
3					Achei interessante quando Priestley compreendeu que velas acesas prejudicavam o ar Sandra 8ª A Interessante saber a conclusão do químico Priestley. Rob 8ª A	Conclusões e idéias
					Tudo, principalmente saber as conclusões dos químicos e físicos. Adri 8ª Y Priestley não sabia como pensar na restauração do ar na natureza, e não demorou muito e fez uma descoberta importante... concluiu que as plantas "revertem os efeitos da respiração" — adorei isso. (aspas e seta da aluna) Daniela 8ª C	
4					Legal saber que o oxigênio é queimado e que a maioria dos seres vivos consome esse gás na respiração. Mar 8ª A	"Novidades" sobre a fotossíntese
					É muito incrível e muito interessante que a partir de um gás e um líquido o vegetal produza oxigênio e alimento, os animais consomem as substâncias que os vegetais produzem então são chamados de consumidores e os vegetais de produtores." Cris O 8ª A Quando produzimos fogo libera gás carbônico e as plantas transformam o gás carbônico em oxigênio de certo (certo) modo as plantas purificam o ar. Welling 8ª A A produção de oxigênio é feita por água (H₂O) e gás carbônico (CO₂) e a produção do oxigênio é feita pela fotossíntese. Renata 8ª C	
2			3	05	Achei legal saber que uma vela consome cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. BiC 8ª A	Curiosidade
					As pesquisas dos químicos o tempo que demorou até eles descobrirem como que a planta sobreviveria no solo, o modo que ela respira o tempo de vida sem ar, etc. Chris 8ª A	
2	1	1	1	04	Foi a observação feita pelo cientista, que questionou como o ar utilizado na combustão é reposto na atmosfera. Para a época em que foi formulada, deveria ser muito intrigante essa questão. Lucileide 8ª B Saber que os antepassados estavam fazendo suas pesquisas com plantas Encida 8ª Y Somente há 300 anos atrás quando van Helmont (1577-1644) fez uma experiência muito interessante, a experiência dele. Bruna 8ª A	Questão de temporalidade

1	1	2	04	<i>Outra descoberta interessante foi a que velas acesas e animais prejudicavam o ar, tornando-o incapaz de permitir vida. Ele estava muito perto de resolver seu problema e acidentalmente fez uma descoberta importante que a vegetação é restauradora. Cris O 8ª A</i> <i>O que o pesquisador descobriu que uma vela prejudicava o ar e o que acabou descobrindo que a natureza restaura o ar. Danilo 8ª B</i>	Acidental/ descoberta: processos da ciência
2	2		04	<i>Interessante saber sobre amido, glicose, Aristóteles. Carla 8ª B</i> <i>Achei esse texto legal, por falar das plantas fazem em que nós respiramos o ar puro eu curto muito as plantas Rod. 8ª A</i> <i>Gostei de ler isso porque é importante saber sobre o amido, glicose e Aristóteles. " Rob. 8ª A</i>	Impressões Gerais sobre o texto
1		2	03	<i>Gostei também da experiência de Priestley que é simples. Ele também constatou que as plantas reverterem os efeitos da respiração. Bruna 8ª A</i> <i>A sabedoria das experiências de van Helmont e também do Pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804) Michele 8ª C</i> <i>Estas experiências que os cientistas fizeram sendo que pela simplicidade e inteligência me chamou a atenção a de Priestley. Michel 8ª C</i>	Simplicidade sabedoria inteligência
2		1	03	<i>Legal saber que o alimento com são bastante energéticos e quando comemos eles é quebrado pela saliva e libera a glicose.</i> <i>Legal saber que os alimentos são considerados energéticos pela quantidade de (amido) glicose. Renata 8ª C</i>	Sabendo porque são chamados energéticos (classificação sem sentido)
1	1	1	03	<i>Interessante não conter amido no solo já que é necessário para a produção do amido, um processo na vegetação. Michel 8ª C</i>	Entendendo a não absorção do amido no solo
		2	02	<i>Que a planta para se desenvolver não precisa tanto assim da terra e da água, como eu pensava Fernando 8ª Y</i> <i>Saber que a planta (salgueiro) precisa mais do ar e da água do que da terra para se desenvolver Gabri 8ª Y</i>	Necessidade da terra
37	16	17	26	95	TOTAL DAS MANIFESTAÇÕES

O QUE VOCÊ JÁ SABIA

A	B	C	Y	Total		
5	1	2		08	<i>Que no solo não existe amido. Rosan 8ª A</i>	A inexistência do amido no solo
					<i>Que amido não é encontrado no solo mesmo com algumas raízes contendo amido, pois o amido é transportado até a raiz. Imack 8ª C</i>	
5		2	1	08	<i>Quem produz o amido é a folha. Bruna 8ª A</i>	O local da produção do amido
					<i>Que as plantas produzem amido e que o amido contém glicose que serve de alimento para nós. Inara 8ª C</i>	
4		2	1	07	<i>Que vegetais tem amido e outros não (aprendi no dia da experiência) Inara 8ª C</i>	“Qualidade” dos alimentos
					<i>Que alguns vegetais tem mais amido do que outros, o que representa a existência de diferentes substâncias nos vegetais. Juliana 8ª C</i>	
1			1	02	<i>Que as algas fazem fotossíntese Ro 8ª A</i>	Algas produtoras
		1		01	<i>Que as plantas são chamadas de produtoras e os animais de consumidores Juliana M. 8ª C</i>	Classificação perante a cadeia alimentar
1				01	<i>Que o oxigênio é produzido na fotossíntese Thiago 8ª A</i>	Produção de oxigênio
1				01	<i>Que os vegetais produzem oxigênio através da água e dióxido de carbono. Juliano 8ª A</i>	Quais elementos utilizados para a realização da fotossíntese
		1		01	<i>Que o oxigênio é indispensável para queima de qualquer que seja o combustível... não só na queima, na respiração também. Daniela 8ª C</i>	Combustão do oxigênio
		1		01	<i>Que as plantas purificavam o ar. Jorge 8ª C</i>	Ação das plantas
1				01	<i>Que se colocarmos um animal no vidro ele morre por falta de ar. Michele 8ª A</i>	Respiração de outros animais
18	1	10	2	31	TOTAL DAS MANIFESTAÇÕES	

O QUE VOCÊ NÃO GOSTOU OU CRITICA

A	B	C	Y	Total	
3	4		3	10	Consegui entender o texto 8ª B
					No texto lido para mim tudo era novidade. O texto foi bastante interessante, pois eu não sabia das informações que ele deu. Então para mim foi bem instrutivo 8ª A
					Gostei do texto para tirar dúvidas e é muito interessante Graci 8ª A
					As palavras estão bem claras e simplificadas Adri 8ª Y
					Entendi tudo 8ª B
1	4		2	07	As palavras eram de fácil compreensão Hugo 8ª Y
					Não entendi a experiência da árvore com a água de chuva. Ana P. 8ª A
					Não entendi a experiência de van Helmont. Chris 8ª B
					O texto é difícil, pois possui muita coisa complicada. Sheila 8ª Y
					Não entendi a parte do terrário. O fator da respiração na fotossíntese. Patrícia 8ª B
	2		1	03	Não entendi porque a poeira não podia se misturar com a terra. Karla 8ª B
					Não entendi nada 8ª B
					Não entendi quase tudo a única coisa que eu entendi mais ou menos foram as experiências. C.E. 8ª B
4	10	-	6	21	TOTAL DAS MANIFESTAÇÕES

OUTRAS INTERPRETAÇÕES

1			01	<i>Eu sabia que para que nascesse um pé de salgueiro ou outro tipo de planta é necessário um vaso de barro ou mesmo plantar em terra firme e se plantar em um vaso tem que umedecer (umedecer) quando for necessário com água (chuva ou destilada). Eu não sabia que a poeira misturada pelo vento não podia ser misturada a terra do vaso e achei interessante o pó não poder se misturar. Marina 8ª A</i>	Descrevendo como se pode plantar um salgueiro
		1	01	<i>Que o oxigênio produzido com uma planta tão pequena, podia ser suficiente para a sobrevivência de um animal ou a combustão de uma vela. Jorge 8ª C</i>	Impacto do desenho Problemas de desenho sem escala
		1	01	<i>Mesmo com a luz, o calor de uma vela, a plantinha foi crescendo. Ricardo 8ª C</i>	
		1	01	<i>Que a planta pode fornecer água durante 5 anos Rosemeire 8ª C</i>	
	1		01	<i>O que eu achei interessante foi a pergunta: Depois que você fez a experiência você acha que a planta morreu. Não entendi nada. (Sem nome)</i>	Possivelmente não leu o texto
			1 01	<i>Concorda com a última frase de van Helmont? Por que? (questão do texto) Sim, por que a água é composta de água. Como podemos saber que o oxigênio é produzido na fotossíntese? Por que o fogo necessita de oxigênio e se colocarmos uma planta e uma vela dentro de uma campânula ela manterá acesa se tirarmos a planta a vela apagará. Wagner 8ª C</i>	Respondeu questões do texto que eram apenas para reflexão - vício de leitura dos textos didáticos?
1			01	<i>Uma crítica que tenho a fazer sobre o último texto de Priesley dele achar que não haveria vida por muito tempo se não houvesse restauração do ar. Rosana 8ª A</i>	Provável desconhecimento da produção do oxigênio.
1		1	02	<i>Não concordo com o que o cientista van Helmont disse que toda a transformação que ele observou em seus experimentos, se deu por causa da água. Mas isso não é verdade, porque para a execução das transformações foram necessárias além da água, a terra e a luz do sol Ana P 8ª A As plantas não retiraram seu alimento somente da água, como disse van Helmont. Elas utilizam também o ar (O₂) a luz para sobreviver. Eu já sabia disso porque eu vi essa matéria, ou parecida, um ano atrás. Jorge 8ª C</i>	Contestam van Helmont não entendeu que se tratava de uma determinada época
3	1	4	1 09	TOTAL DAS MANIFESTAÇÕES	

- Qual é a atuação do amido em nosso organismo - “... *Depois de transformada ela (glicose) é energia, mas ainda preciso de outros alimentos porque cada um tem uma função diferente no organismo*”. Michele 8ª C. Neste padrão, 14 alunos responderam que não sabiam da transformação do amido em glicose, que é transformada em energia em nosso organismo;

- Qual a parte da planta que produz o amido - Seis alunos disseram não saber “*que alguns alimentos transportam seu amido que é produzido nas folhas para as raízes*” Rod 8ª C. Nessas respostas, é ressaltado a produção do amido nas folhas e não nas raízes, apesar de algumas raízes possuírem grande quantidade de amido.

Quanto à PARTE HISTÓRICA:

- Quatro alunos demonstraram uma certa percepção que eles têm da ciência, quando colocaram “*eu não sabia que a ciência tem pesquisado que as substâncias como o amido, proteínas, gorduras, vitaminas, são produzidas pelos vegetais*”. Ricardo 8ª C;

- Aprenderam a maneira de pensar de Priestley, van Helmont e Aristóteles “*Aprendi a maneira de pensar de van Helmont, sobre o crescimento de uma árvore em cinco anos e o de Priestley que ficou muito perto de resolver o problema com experiências de animais e plantas*.” Gi 8ª A. Nas respostas desses quatro alunos, ficou claro uma possível aproximação da maneira de pensar dos cientistas, inclusive a existência de equívocos passados, por exemplo “*não sabia que Aristóteles considerava que as plantas retiravam o alimento do solo*”. Ana P. 8ª A;

- Não sabiam da existência “*de nenhuma das duas experiências*” 8ª B, pois esse é provavelmente uma parte silenciada do currículo de ciências (dois alunos).

Quanto aos conceitos sobre a FOTOSSÍNTESE:

- Que eram as plantas que “revertiam os efeitos da respiração”. Utilizando aspas ou simplesmente com as mesmas palavras retiradas dos trechos originais encontrados no texto, quatro alunos disseram não saber - “*Que as plantas reverterem os efeitos da respiração*”. Bi M 8ª A;

- Das condições para a produção da fotossíntese, quatro alunos disseram não saber de uma ou outra condição para a realização da fotossíntese: *“Das condições para sua produção, gás carbônico(CO₂), água(H₂O) em presenças de luz que se transforma em glicose* Cla 8^a A ou *“Que **não necessita apenas** de luz para haver fotossíntese”* Eri 8^a Y;

- Quebrando um pouco o antropocentrismo em relação à produção do oxigênio para a própria planta: *“Pensava que as plantas produziavam oxigênio para nós e não para elas”* Gabriela 8^a Y. Ou mesmo, enfatizando que as plantas produzem seu próprio alimento: *“Que as plantas produzem o amido que é usado na nutrição dos vegetais”* Welling 8^a A (2 alunos);

- Dois alunos disseram nas entrelinhas não saber da importância da fotossíntese para o planeta Terra até então, pois não sabiam: *“que os vegetais são responsáveis **diretos** pela produção de oxigênio e pela fabricação de alimentos”* 8^a Ricardo C (grifo nosso);

- Dois alunos levantaram o desconhecimento da realização da fotossíntese por microorganismos e plantas aquáticas: *“Pensava que as plantas aquáticas não faziam fotossíntese”* Gabriela 8^a Y.

Quanto às OUTRAS DÚVIDAS:

Sobre o desconhecimento relacionado à combustão, por exemplo, quatro alunos disseram não saber *“que uma vela consome cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto”* Rose 8a.C. Também disseram não saber, que uma vela precisa de oxigênio para queimar.

Na questão, **“o que achou mais interessante”** da Tabela 12, foram 95 as manifestações. Utilizamos os mesmos padrões de dúvidas, ou seja, o AMIDO, PARTE HISTÓRICA, FOTOSSÍNTESE e OUTRAS DÚVIDAS, porém agora chamando-os de padrões de interesse. Respeitando as frequências em que cada padrão apareceu, a ordem é diferente dos padrões de dúvida, pois há mais manifestações primeiramente na **parte histórica**.

Quanto à PARTE HISTÓRICA:

A experiência de Priestley aparece como a favorita, pois 17 alunos colocam de forma explícita o seu “voto” pelo experimento de Priestley: *“Mais legal foi a Priestley da importância das plantas”* Aline 8ª Y.

O impacto dos experimentos colocados no texto podem ser vistos ainda, nas respostas desses 13 alunos, dos quais vários utilizaram o verbo **provar**: *“provou que a planta produz oxigênio”* Ana P 8ª A; ou **comprovar**: *“As formas que usaram para comprovar teses”* Hugo 8ª Y, quando colocaram que acharam mais interessante o uso do experimento para reafirmar uma idéia ou desbancar outras idéias mais antigas.

Há comentários sobre o experimento feito e há relatos de como eles aconteceram: *“...a experiência da vela com a arvinha (arvorezinha), e o rato sozinho num vidro e morreu, mas com a arvinha (arvorezinha), ele conseguiu (consegue) sobreviver”* Ana.P. 8ª B. Dez alunos descrevem o desenho, cuja descrição não é feita no texto, apenas poucas palavras aparecem na legenda explicando o experimento de Priestley e uma pequena conclusão associada ao desenho.

Há menção direta ao desenho, cuja grafia é facilmente compreendida pelos nove alunos que disseram ter gostado: *“daquela figura do rato, quer dizer que nenhum ser vivo, vive sem oxigênio”* Thiago 8ª A (grifos nossos).

Especificamente o experimento de van Helmont também foi colocado por oito alunos como o “mais interessante”, por este ter contrariado a forma de pensar de Aristóteles: *“A experiência de van Helmont e se a planta tira todo o seu alimento do solo. O experimento provou que isso não é verdade”* Jair 8ª C (grifos nossos). Também podemos perceber nas falas de vários alunos, que há uma nítida indicação de entendimento, quanto ao resultado “parcial” de van Helmont: *“van Helmont tirou a prova ...o que faz a planta crescer é a água (segundo van Helmont)”* Mateus 8ª A (parênteses do aluno e grifos nossos).

Também outros seis alunos apontam como interessante as **conclusões** dos cientistas, muitas vezes especificando quais foram estas conclusões: *“Achei interessante quando Priestley compreendeu que velas acesas prejudicavam o ar”* Sandra 8ª A.

A questão da temporalidade foi levantada por quatro alunos, quando colocaram o que acharam mais interessante: *“Foi a observação feita pelo cientista, que questionou como o ar utilizado na combustão é repostado na atmosfera. Para a época em que foi formulada, deveria ser muito intrigante essa questão”* Lucileide 8ª B (grifos nossos).

Uma atenção especial, é a de ter sido uma descoberta **acidental** no caso de Priestley, quando quatro alunos mencionaram o fato como mais interessante: *“O que o pesquisador descobriu que uma vela prejudicava o ar e o que acabou descobrindo que a natureza restaura o ar”* Danilo 8ª B (grifos nossos).

Palavras como simples e simplicidade, sabedoria e inteligência foram utilizadas por três alunos para expressar a natureza dos experimentos e as idéias dos cientistas: *“A sabedoria das experiências de van Helmont e também do Pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804)”* Michele 8ª C. Ou: *“Estas experiências que os cientistas fizeram sendo que pela simplicidade e inteligência me chamou a atenção a de Priestley”* Michel 8ª C (grifos nossos).

Quanto ao FENÔMENO FOTOSSÍNTESE:

A atenção de seis alunos voltou-se às transformações de um gás e um líquido para alimento e oxigênio: *“É muito incrível e muito interessante que a partir de um gás e um líquido o vegetal produza oxigênio e alimento”* Cris O 8ª A.

Dois alunos se mostraram surpresos pela maior necessidade dos gases e líquidos no processo da fotossíntese, do que o sólido, no caso o solo onde a planta está com suas raízes imersas: *“interessante saber que a planta (salgueiro) precisa mais do ar e da água do que da terra para se desenvolver”* Gabriela 8ª Y.

Quanto ao AMIDO:

Três alunos levantaram a questão da não existência do amido no solo, enfatizando a fotossíntese: *“Interessante não conter amido no solo já que é necessário para a produção do amido, um processo na vegetação”* Michel 8ª C.

Quanto a outros INTERESSES:

A combustão também aparece, quando cinco alunos apontaram para: *“Achei legal saber que uma vela consome cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto”* BiC 8^a A.

Para o sentido de alimentos energéticos, três alunos expressaram interesse em saber o “porquê” de alguns alimentos serem classificados como energéticos: *“Legal saber que os alimentos são energéticos pela quantidade de amido”* Renata 8^a C.

Quatro alunos disseram que tudo no texto era interessante, sendo uma resposta bastante generalizada, sem especificações: *“Interessante saber sobre amido, glicose, Aristóteles”* Carla 8^a B.

Quanto ao que já sabia são poucas as respostas (31 manifestações) se comparadas às duas outras anteriores. Eles relatam conhecimento sobre a quantidade de amido nos alimentos, sobre a origem do Amido e de sua produção, da fotossíntese ser realizada pelas plantas, da importância do oxigênio, entre outras respostas. Agora chamaremos esse padrão de Conhecimento, cujo tempo é relativo, pois alguns alunos expressaram que possuíam esse conhecimento recentemente (de outras aulas da proposta de fotossíntese), enquanto em outras respostas fica claro que é algo mais antigo, talvez capturado em sua memória discursiva.

Quanto ao AMIDO:

Oito alunos relatam que já sabiam que no solo não existe amido: *“Que amido não é encontrado no solo mesmo com algumas raízes contendo amido, pois o amido é transportado até a raiz”* Irnack 8^a C.

Oito ressaltam que já sabiam o local de produção do amido - *“que na folha encontra-se o amido”* Bruna 8^a Y.

Sete alunos já sabiam que alguns alimentos têm mais amido que outros: *...“representa a existência de diferentes substâncias nos vegetais”* Juliana 8^a C. Além disso, em algumas frases do tipo *“... vegetais tem amido e outros não (aprendi no dia da experiência)”* Inara 8^a C, demonstram que esse já sabia foi um conhecimento adquirido há

pouco; não no momento da leitura, mas em outro momento da proposta de aplicação da Fotossíntese..

Quanto ao FENÔMENO FOTOSSÍNTESE:

Dois alunos relatam que já sabiam que as algas faziam fotossíntese.

Outros três alunos colocam isoladamente que já sabiam 1) Como era produzido o oxigênio - *“Que o oxigênio é produzido na fotossíntese”* Thiago 8^a A; 2) Quem era o responsável e como era produzida a fotossíntese - *“Que os vegetais produzem oxigênio através da água e dióxido de carbono.”* Juliano 8^a A; 3) Que os vegetais repõem o oxigênio da atmosfera *“Que as plantas purificavam o ar.”* Jorge 8^a C.

Quanto a outros CONHECIMENTOS:

Sobre combustão: *“Que o oxigênio é indispensável para queima de qualquer que seja o combustível... não só na queima, na respiração também.”* Daniela 8^a C.

Um aluno colocou que já sabia sobre a classificação de plantas e animais, na cadeia alimentar *“Que as plantas são chamadas de produtoras e os animais de consumidores”*. Juliana M. 8^a C.

Um aluno colocou que já sabia que os animais respiram oxigênio *“Que se colocarmos um animal no vidro ele morre por falta de ar.”* Michele 8^a A

Quanto à PARTE HISTÓRICA:

Nenhum aluno fez qualquer colocação sobre seu conhecimento relacionado à parte histórica dos experimentos e dos cientistas.

Quanto às críticas, há 21 manifestações entre elas, dez alunos dizem gostar do texto, que está fácil de entender; outra parcela (sete manifestações) colocam dúvidas específicas do não entendimento relacionado às experiências. Três estudantes colocam não terem entendido nada do texto.

Finalmente, em outras interpretações há evidências de leituras diferenciadas que podem nos mostrar problemas com o texto, principalmente com as gravuras sem escala -

“Que o oxigênio produzido com uma planta tão pequena, podia ser suficiente para a sobrevivência de um animal ou a combustão de uma vela”, ou mesmo detalhes em relação as condições utilizadas nos experimentos de Priestley, “mesmo com a luz, o calor de uma vela a plantinha foi crescendo” Ricardo 8ª C.

Além disso, outros três colocam como crítica suas discordâncias dos cientistas. Provavelmente nas duas relacionadas a van Helmont, os alunos não consideraram a temporalidade em que os experimentos foram realizados. A crítica a Priestley aparece em razão a um des-conhecimento da atuação da vegetação na atmosfera da Terra.

6.5.1 - EVIDÊNCIAS DOS *BREAKS*

Segundo Lemke (1993) há uma quebra das normas do estilo científico, ao utilizarmos “nós”, “eu” em sala de aula. Essa violação provoca *breaks* que faz com que os estudantes prestem mais atenção ao que diz o professor (p. 131).

Quando os alunos leram algo próximo aos seus diários, como os originais desses cientistas, que normalmente são vistos como cérebros iluminados, além da falta da noção de processo da ciência raramente abordada no ensino de ciências, algo mais complexo ocorreu, pois não se tratava apenas de uma questão de comunicação. Para nós, os trechos originais deram o *break* conforme explicita Lemke, mas no caso da leitura, deram também ao aluno alguma identidade com as suas “formas informais” de atividades ligadas ao lazer, muitas vezes excluídas da sala de aula, mesmo em outras disciplinas com tradição em escrita e leitura como é o caso de Língua Portuguesa.

Esses tipos de textos tão raros no ensino de ciências, colocam o aluno na mesma posição do cientista - aquele que faz registros do que pensa - e também na posição do autor. É como se decifrássemos um pouco do homem comum, como ele pensava aquele problema, como ele tentou resolver com experimentação para aquela determinada época, que recursos ele utilizou, quais foram suas conclusões, algumas incorretas aos nossos olhos atuais, mas que foram necessárias e de certa forma corajosas ao desbancar um outro erro de centenas de anos. E que dificuldades ele sofreu! Como aconteceu essa construção de conhecimentos e quanto tempo levou ...

Nas citações que utilizamos nesse texto havia uma expectativa nossa de que, por estarem numa linguagem pessoal, pudessem provocar um efeito de proximidade com o cientista, como se os alunos pudessem estar mais íntimos com suas idéias, pois já havíamos analisado os livros de ciências utilizados na escola e isso parecia absolutamente raro naqueles textos didáticos. Normalmente era utilizada uma linguagem formal, com um autor ausente, como se a ciência falasse por ela mesma, não havendo a “mão” do homem nesse conhecimento científico que a humanidade acumula há milhares de anos.

Nesse sentido, o intuito dessa análise não era fazer apenas comparações do que disse o aluno em relação ao texto, mas sim encontrar evidências nessas repetições de como textos dessa natureza podem funcionar no ensino de ciências, quais os efeitos de sentidos podem ser provocados e quais são os pontos que podem indicar uma certa ligação, identificação e transferência em relação às duas dimensões históricas - a história de vida dos alunos e a história da ciência, resgatando nosso olhar em relação a essas duas dimensões:

- a importância da história de leitura dos alunos nas condições de produção da leitura, que abrangem o texto e o leitor, relativizando a determinação de um só sentido no texto;
- a importância da história da ciência, no ensino de ciências que pode relativizar o impacto dos conhecimentos adquiridos e acumulados pela humanidade, como uma verdade absoluta e não histórica.

Partindo desse pressuposto, consideramos que havia uma **convergência** dessas duas dimensões, quando pensamos num texto com trechos originais de cientistas, tanto por apresentar características próprias como uma linguagem mais próxima à oral (semelhantes aos diários dos alunos) em primeira pessoa do singular, quanto por estarem próximos ao que pensavam os cientistas de outras épocas, trazendo aos estudantes conflitos, erros, enfim silêncios no ensino de ciências sobre os processos da Ciência.

Considerando que essa “convergência” levantada provoque um break (Lemke, 1993) na atenção dos alunos, provocando deslocamentos e repetições históricas, apresentamos agora as evidências desses breaks e seus efeitos discursivos. Para olharmos

mais a fundo, utilizamo-nos da Tabela 12 e colocamos as repetições junto ao texto (Tabela 13), o que nos ampliou o olhar nos dando a chance de por ou contrapor as falas do texto com a dos alunos, tentando perceber os efeitos discursivos.

6.5.2 - POR QUE (NÃO) LER TEXTOS ORIGINAIS DOS CIENTISTAS? ESTABELECENDO UMA “LINHA DIRETA”

A primeira impressão que tivemos durante a aplicação dessa parte da proposta foi de que havíamos conseguido esse *break*, pois percebemos um certo entusiasmo posterior à leitura do texto, em contraponto ao início da aula, quando havia certa resistência em ler algumas páginas. Também durante a mostra do vídeo utilizado na proposta, os alunos comentaram os trechos históricos que haviam lido, relacionando as suas semelhanças.

Durante as análises, uma grande quantidade de manifestações especificamente sobre o texto, prós ou contras, foram observadas logo de início e alguns trechos delas estão aqui registrados para que o leitor possa acompanhar nosso raciocínio:

*Gostei de ler isso porque é importante saber ...
... Gostei de ler e não tenho nenhuma crítica a fazer
Achei legal saber que uma vela...
Muito legal...
Achei esse texto legal...
...Gostei de ler isso.
...também gostei da forma acidental...
Achei bem legal a experiência que van...
Não entendi quase...
...Entendi todo o texto.
O que eu achei mais interessante...
Apreendi a maneira de pensar...
Despertou minha curiosidade...
Eu pensava a mesma coisa que Aristóteles...
A confusão que Aristóteles fez foi a mesma que eu fiz...
Acho legal que existam pessoas...
No texto lido para mim tudo era novidade. O texto foi bastante interessante, pois eu não sabia das informações que ele deu. Então para mim foi bem instrutivo.
Gostei do texto para tirar dúvidas e é muito interessante...
Foi bom ler também aquelas informações do início do texto para ler sobre ele (amido) porque fizemos aquela experiência, tivemos que fazer da nossa própria cabeça. E não lemos nada. (normalmente o conceito é dado antes)
O texto é interessante fala as experiências de van Helmont e Priestley...*

Tabela 13 – REPETIÇÕES DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AO TEXTO

TEXTOS	REPETIÇÕES
1. CIÊNCIAS 8a. SÉRIE – TEXTO DE APOIO: A NUTRIÇÃO DOS VEGETAIS	1.1 As plantas produzem o amido que é usado na nutrição dos vegetais Welling 8ª A
2. Em nossa aula de identificação do amido pudemos observar e constatar várias coisas:	2.1 Já sabia que alguns vegetais tem amido e outros não (aprendi no dia da experiência). Inara 8a.C
3. Alguns vegetais têm mais amido que outros;	3.1 Que alguns vegetais tem mais amido do que outros, o que representa a existência de diferentes substâncias nos vegetais. Juliana 8ª C
4. no solo não existe amido, pois ele é fabricado pelas plantas, principalmente pelas folhas, apesar de algumas raízes possuírem bastante amido, isso não significa que ele é produzido nesse local, ele é apenas transportado para lá;	4.1 Não sabia que no solo não existe amido, porque ele é fabricado pela planta... algumas raízes têm bastante amido, mas isso não significa que ele é produzido nesse local, ele é apenas transportado para lá. Cla 8a. A 4.2 Eu não sabia que o amido era produzido somente na folha, pensava que também havia produção no solo Adriana 8a. B
5. o amido é uma molécula grande que contém várias moléculas de glicose. Quando comemos alimentos com amido, ele é quebrado pela saliva liberando a glicose, por isso é possível dizer que esses alimentos são bastante energéticos, porém precisamos de outros tipos, que contenham vitaminas e proteínas, pois cada um exerce uma função diferente no organismo;	5.1 Não sabia que o amido é uma molécula grande com várias moléculas de glicose. Patrícia 8ª B 5.2 Legal saber que o alimento são bastante energéticos e quando comemos eles é quebrado pela saliva e libera a glicose. Renata 8ª C 5.3 Não sabia que quando comemos alimentos com amido ele é quebrado pela saliva, liberando glicose Rosana 8ª A 5.4 Não sabia que alguns vegetais possuem mais amido que os outros, o que pode representar a existência de diferentes substâncias nos vegetais. Gus 8ª A 5.5 Não sabia porque os vegetais têm mais amido que outros. Graci 8ª A
6. quem produz o amido geralmente é a folha e as condições para sua produção é que haja gás carbônico (CO ₂), água (H ₂ O) em presença de luz que se transforma em glicose e oxigênio. Várias moléculas de glicose formam uma molécula de amido.	6.1 Não sabia que o amido era produzido principalmente nas folhas Rose 8ª C. 6.2 Não sabia das condições para sua produção (amido) gás carbônico(CO ₂), água(H ₂ O) em presenças de luz que se transforma em glicose Cla 8ª A 6.3 Não sabia que amido é formado por glicose Sandra 8ª A
7. Com exceção de alguns microorganismos, que também fazem fotossíntese, os vegetais (inclusive as algas marinhas) são responsáveis diretos pela produção de oxigênio (O ₂) e pela fabricação de alimentos, através de compostos simples como a água (H ₂ O) e o dióxido de carbono (CO ₂).	7.1 Não sabia que alguns microorganismos faziam fotossíntese. Inara 8ª C 7.2 Não sabia que os vegetais são responsáveis diretos pela produção de oxigênio e pela fabricação de alimentos. 8ª Ricardo C 7.3 A produção de oxigênio é feita por água (H ₂ O) e gás carbônico (CO ₂) e a produção do oxigênio é feita pela fotossíntese. Renata 8ª C 7.4 Já sabia que os vegetais produzem oxigênio através da água e dióxido de carbono. Juliano 8ª A

8. Não é incrível que a partir de um gás e um líquido, o vegetal produza oxigênio e alimento? Pois é, já há algum tempo, a ciência tem investigado que substâncias como o amido, as proteínas, gorduras, vitaminas são produzidas pelos vegetais. Por isso, eles são chamados de produtores e como os animais consomem as substâncias que os vegetais produzem são chamados de consumidores.	8.1 É muito incrível e muito interessante que a partir de um gás e um líquido o vegetal produza oxigênio e alimento, os animais consomem as substâncias que os vegetais produzem então são chamados de consumidores e os vegetais de produtores.” Cris O 8ª A 8.2 Não sabia que a Ciência tem pesquisado que as substâncias como o amido, proteínas, gorduras, vitaminas, são produzidas pelos vegetais. Ricardo 8ª C
9. Porém existe muita confusão por parte das pessoas quando pensam na produção de alimento pelo vegetal, pois muitos consideram que eles somente são absorvidos pelas raízes sem que haja qualquer transformação na planta. Essa idéia já foi aceita pela ciência em determinadas épocas. Por exemplo, Aristóteles (384-322 a.C.) considerava que as plantas retiravam o alimento diretamente do solo. Como as plantas crescem no solo é fácil confundir que o material que as compõe seja retirado dele e não transformado dentro delas	9.1 A confusão que Aristóteles fez foi a mesma que eu fiz, porém ele passou por isto a 384 anos antes de Cristo e eu no ano de 1997 depois de Cristo. Michelle 8ª C 9.2 Não sabia que o amido era produzido somente na folha, pensava que também havia produção no solo Adriana 8ª B 9.3 Não sabia que Aristóteles considerava que as plantas retiravam o alimento do solo Ana P. 8ª A 9.4 Eu pensava a mesma coisa que Aristóteles, que a plantas retiravam o alimento diretamente do solo. E o experimento de Van Helmont que contraria totalmente a minha forma de pensar. Cris O 8ª A 9.5 Interessante não conter amido no solo já que é necessário para a produção do amido, um processo na vegetação. Michel 8ª C
10. Somente há 300 anos atrás quando van Helmont (1577-1644) fez um experimento bem interessante que contrariou essa forma de pensar. Vamos conhecê-lo nas próprias palavras desse cientista:	10.1 Não sabia que somente há 300 anos atrás van Helmont (1577-1644) fez uma experiência muito interessante, a experiência dele. Bruna 8ª A 10.2 Há 300 anos atrás quando Van Helmont (1577-1644) que pode contrariar essa forma de pensar. Rosemeire 8ª C 10.3 Achei bem legal a experiência que Van Helmont fez para contrariar a forma de pensar de Aristóteles, que considerava que as plantas retiravam o alimento diretamente do solo. Claudia 8ª A

11. "Tomei um vaso de barro, no qual coloquei 100 quilogramas de terra que havia secado em um forno e que umedecei com água de chuva e ali plantei o caule de um salgueiro que pesava dois quilogramas e meio. E eis que, passados cinco anos, a árvore que ali se originou pesava cerca de 80 quilogramas. Quando era necessário, eu sempre umedecia o vaso de barro com água de chuva ou água destilada, e o vaso era grande e estava implantado na terra. Para que a poeira levada pelo vento não se misturasse à terra do vaso, cobri-lhe a abertura com uma placa de ferro revestida de estanho e com múltiplas perfurações. Não comentei o peso das folhas que caíram em quatro outonos. Por fim, tornei a secar a terra do vaso e ali encontrei os mesmos 100 quilogramas, com alguns gramas a menos. Portanto, 80 quilogramas de madeira, cortiça e raízes, surgiram unicamente a partir da água." Van Helmont	11.1 Eu sabia que para que nascesse um pé de salgueiro ou outro tipo de planta é necessário um vaso de barro ou mesmo plantar em terra firme e se plantar em um vaso tem que umedecer quando for necessário com água (chuva ou destilada). Eu não sabia que a poeira misturada pelo vento não podia ser misturada a terra do vaso e achei interessante o pó não poder se misturar. Marina 8ª A 11.2 Achei mais interessante a experiência de Van Helmont e se a planta tira todo o seu alimento do solo. O experimento provou que isso não é verdade. 8ª C Jair 11.3 Achei interessante a experiência de Van Helmont e a produção de alimentos não é só feita pela raiz. 8ª A Renata 11.4 Interessante saber que a planta (salgueiro) precisa mais do ar e da água do que da terra para se desenvolver Gabri 8ª Y 11.5 Não concordo que as plantas não retirem seu alimento somente da água, como disse Van Helmont. Elas utilizam também o ar (O₂) a luz para sobreviver. Eu já sabia disso porque eu vi essa matéria, ou parecida, um ano atrás. Jorge 8ª C 11.6 Não sabia que a planta pode fornecer água durante 5 anos Rosemeire 8ª C 11.7 Não entendi porque a poeira não podia se misturar com a terra. Karla 8ª B 11.8 Não entendi a experiência da árvore com a água de chuva. Ana P. 8ª A
12. Observe o desenho: 13. Você concorda com a última frase de Van Helmont? Por quê? Nessa época ainda não se havia inventado o microscópio e ainda não se pensava na participação da atmosfera no processo da fotossíntese, por isso Van Helmont atribuía toda a transformação observada resultante da água.	13.1 Concorda com a última frase de Van Helmont? Por que? Sim, por que a água é composta de água. Wagner 8ª C 13.2 Porém tem algo do texto o qual eu não concordo. É que o cientista Van Helmont disse que toda a transformação que ele observou em seus experimentos, se deu por causa da água. Mas isso não é verdade, porque para a execução das transformações foram necessárias além da água, a terra e a luz do sol Ana P 8ª A
14. MAS COMO PODEMOS SABER SE O OXIGÊNIO REALMENTE É PRODUZIDO NA FOTOSÍNTESE? 15. Em 1770 o pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804) foi mais um passo adiante na descoberta dos processos da fotossíntese. Como químico Priestley também se interessava pela investigação dos gases envolvidos na vida vegetal. Através de experimentações compreendeu que velas acesas e animais "prejudicavam" o ar tornando-o incapaz de permitir vida.	14.1 O oxigênio é realmente produzido na fotossíntese, quando Priestley fez experiências para provar a produção do oxigênio Welling 8ª A 15.1 Como podemos saber que o oxigênio é produzido na fotossíntese? Por que o fogo necessita de oxigênio e se colocarmos uma planta e uma vela dentro de uma campânula ela manterá acesa se tirarmos a planta a vela apagará. Wagner 8ª C 15.2 Interessante saber a conclusão do químico Priestley. Rob 8ª A 15.3 Interessante saber que foram os químicos que descobriram (descobriram) como que a planta se alimentava. Chris 8ª A

16. "A quantidade de ar de que até uma chama necessita é prodigiosa. Diz-se geralmente que uma vela comum consome, por assim dizer, cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. Considerando esse admirável consumo de ar, por fogo de todos os tipos, vulcões, etc., vêm a se constituir em importantes objetos de indagação filosófica, que alterações são produzidas na constituição do ar pelas chamas e a descoberta de que medidas são tomadas pela natureza para reparar os danos que a atmosfera recebe por esse meio". Priestley	16.1 Não sabia que uma vela consome cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. Rose 8ª C 16.2 Foi a observação feita pelo cientista, que questionou como o ar utilizado na combustão é repostado na atmosfera. Para a época em que foi formulada, deveria ser muito intrigante essa questão. Lucileide 8ª B 16.3 Achei interessante quando Priestley compreendeu que velas acesas prejudicavam o ar Sandra 8ª A
17 Priestley estava muito perto de resolver seu problema. Pensava em hipóteses que pudessem dar conta da restauração do ar na natureza. Para ele não poderia existir vida por muito tempo se não existisse essa função de restauração. Até que acidentalmente fez uma descoberta importante.	17.1 Uma crítica que tenho a fazer sobre o último texto de Priestley dele achar que não haveria vida por muito tempo se não houvesse restauração do ar. Rosana 8ª A 17.2 O que o pesquisador descobriu que uma vela prejudicava o ar e o que acabou descobrindo que a natureza restaura o ar. Danilo 8ª B
18. "Gabo-me de haver acidentalmente atinado com um método de restauração do ar que tenha sido danificado pela combustão de velas, e de descobrir pelo menos um dos restauradores que a natureza utiliza para essa finalidade. É a vegetação... De que maneira esse processo opera na natureza, para conseguir tão notável efeito, não pretendo ter descoberto."	18.1 Quando produzimos fogo o fogo libera gás carbônico, e as plantas transformam gás carbônico em oxigênio de certo (certo) modo as plantas purificam o ar. Welling 8ª A 18.2 A através da experimentação compreendeu que velas acesas e animais prejudicavam o ar tornando-o incapaz de permitir a vida. Isso é uma prova que a planta produz oxigênio Juliana 8ª C 18.3 Outra descoberta interessante foi a que velas acesas e animais prejudicavam o ar, tornando-o incapaz de permitir vida. Ele estava muito perto de resolver seu problema e acidentalmente fez uma descoberta importante que a vegetação é restauradora. Cris O 8ª A 18.4 Priestley não sabia como pensar na restauração do ar na natureza, e não demorou muito e fez uma descoberta importante... concluiu que as plantas "revertem os efeitos da respiração" adorei isso. (aspas e seta da aluna) Daniela 8ª C 18.5 Já sabia que se colocarmos um animal no vidro ele morre por falta de ar. Michele 8ª A

19. Para termos idéia dos experimentos de Priestley é simples. Observe o desenho:	19.1 Gostei também da experiência de Priestley que é simples. Ele também constatou que as plantas revertem os efeitos da respiração. Bruna 8ª A 19.2 Interessante foi da vela fechada sem a planta e depois com a planta... Ale 8ª A 19.3 Interessante a experiência da vela com a arvinha (descobrimos), e o rato sozinho num vidro e morreu, mas com a arvinha (arvorezinha) ele conseguiu (consegue) sobreviver. A.P. 8ª B 19.4 Foi da experiência que o cara colocou a vela dentro de um vidro e a vela apagou e quando colocou a planta dentro com a vela, ela não se apagou Ederson 8ª B 19.5 Interessante aquela pesquisa que foi feita, se colocarmos uma vela acesa (acesa) e tamparmos com um vidro ela se apagará, mas se colocarmos junto com ela uma planta ela ficará acesa (acesa) vários dias sem apagar, isso acontece porque a planta solta oxigênio." Clei 8ª B
20. Realmente Priestley não chegou a descobrir todo o processo (na verdade ainda hoje estamos tentando descobrir), mas a sua conclusão de que as plantas revertem os efeitos da respiração e purificavam o ar foram um passo a mais na construção desse conhecimento científico. Na época suas conclusões foram recebidas com severas críticas por outros pesquisadores, porque os mesmos não conseguiam obter os mesmos resultados. (talvez por fazerem seus experimentos em locais escuros).	20.1 Através da experimentação compreendeu que velas acesas e animais prejudicavam o ar tornando-o incapaz de permitir a vida. Isso é uma prova que a planta produz oxigênio Juliana 8ª C
21. Hoje sabemos que o oxigênio é indispensável para a queima de qualquer combustível: parafina, álcool, gás, fogo, carvão, lenha, etc. Mas não é apenas na queima que ele é consumido: a maioria dos seres vivos consome esse gás na respiração. Assim, se colocarmos um animalzinho sob a campânula, ele morre em pouco tempo por falta de oxigênio.	21.1 Eu já sabia que o oxigênio é indispensável para queima de qualquer que seja o combustível... não só na queima, na respiração também. Daniela 8ª C 21.2 Legal saber que o oxigênio é queimado e que a maioria dos seres vivos consome esse gás na respiração. Mar 8ª A

Foi muito interessante...
Achei super interessante e adorei a leitura.
Fotossíntese é um fenômeno muito legal e interessante.
O texto falou sobre as experiências que é legal...
O texto explica com clareza as coisas da natureza e a fotossíntese...
O texto mostra a história da descoberta da fotossíntese...
É gostoso fazer experiências...
Prá mim ler este texto foi bom porque eu aprendi 3 coisas fundamentais que eu não sabia:...
É muito importante saber isso...
Fiquei mais por dentro desse negócio de amido.
...Eu não sabia quase nada agora sei mais um pouco.

Vale a pena ressaltar a forma bastante informal e pouco usual num ensino de ciências mais tradicional que encontramos nessas respostas, por exemplo fazendo uso de algumas gírias comuns ao nosso vocabulário - “legal”, “cara”, “curto”, expressões essas bastante próximas à linguagem oral. A liberdade de expressão em dizer que entendeu ou não, a percepção de que não se sabe tudo sobre determinado assunto em ciências, o prazer em ler, o prazer em estudar o fenômeno, entre outras podem ser encontrados nas respostas com grande facilidade. Podemos dizer que muitos estudantes estabeleceram um certo diálogo com o autor do texto (sujeito da enunciação), já que este utilizou algumas vezes a “posição de professor” no texto, como “nossa aula, estamos tentando...”. Dessa forma foi possível perceber que vários alunos responderam ao professor:

Desse texto eu não sabia quase nada como você pode observar no trabalho que eu já te entreguei. Alexandre 8^a A (grifos nossos)

Nas entrelinhas dessas falas, também foi possível percebermos formas diferenciadas utilizadas pelos alunos, quando se referiram aos sujeitos do enunciado, ou seja aos cientistas:

O que o pesquisador descobriu que uma vela prejudicava o ar e o que acabou descobrindo que a natureza restaura o ar. Danilo 8^a B;

Mais interessante foi da experiência que o cara colocou a vela dentro de um vidro e a vela apagou e quando colocou a planta dentro com a vela, ela não se apagou. Ederson 8^a B;

Acho legal que existam pessoas, ou existiam que se interessavam por coisas, principalmente fazendo experiências para descobrir, ou estudar coisas novas. Michelle 8^a A;

Foi da planta, a pessoa pois o vidro sobre a planta por um tempo e depois colocou o vidro sobre a vela, a vela acende. Wesley 8^a Y;

...a sabedoria das experiências de van Helmont e também do Pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804). Michele 8ª C;

Tudo (interessante), principalmente saber as conclusões dos químicos e físicos. Adri 8ª Y (grifos nossos).

Foi nítida a diferença de tratamento que vários alunos deram aos cientistas, tratando-os como pessoas que, apesar de suas contribuições à Ciência, erravam, possuíam dúvidas, tiveram conflitos de idéias em relação a outros pesquisadores... Normalmente, não há espaço nos livros didáticos como já pudemos observar no capítulo 4, para a história da ciência nesses termos. Se algo sobre a história da ciência é abordado nesses livros, isso é feito com uma visão tradicional enfatizando datas e heróis, que mudaram o rumo da história de uma maneira mágica e isolada, principalmente relacionando descobertas totalmente isoladas do contexto social, como algo dado e não compartilhado ou construído. Ou mesmo que tragam para seu discurso evidências de que agora sabem que alguém está por trás do fazer ciência.

Nesses exemplos abaixo há um nítido exemplo de des-conhecimento dos processos da ciência: o sujeito não sabe que ele não sabe. Nessas colocações fica implícito esses des-conhecimentos, ou mesmo, um desconhecimento da história dos conceitos, ou melhor dizendo, que os conceitos têm uma história (Orlandi, 1996a). A ciência é pensada como algo pronto, um conhecimento naturalizado, ou seja, algo que o homem sempre soube.

Ao mesmo tempo, fica claro que alguns alunos captaram o sujeito textual, ou seja, a Ciência, nível de identificação que apresenta maior dificuldade, quando se pensa na interpretação global da unidade (Orlandi, 1996a):

*Não sabia que **alguém** tinha feito experimentos para saber se a planta produz oxigênio Ana P. 8ª A;*

*Não sabia que a **Ciência tem pesquisado** que as substâncias como o amido, proteínas, gorduras, vitaminas, são produzidas pelos vegetais. Ricardo 8ª C (grifos nossos).*

Também no caso abaixo, o uso da palavra “quem” pode trazer uma visão tradicional para a história da ciência, muitas vezes presentes nos livros didáticos de

ciências, a qual prevê o uso de datas ou personagens bem marcados, ligados aos eventos importantes, principalmente destacando as descobertas,

*Não sabia **quem** tinha descoberto ao certo que as plantas transformam o material retirado do ambiente Graci 8^a A (grifo nosso).*

Antes da primeira citação do cientista van Helmont no texto, na qual é relatado seu experimento, há uma pequena introdução/apresentação para essa leitura. Ela faz uma ponte entre o que pensava Aristóteles sobre a absorção dos alimentos pelas raízes das plantas e o que van Helmont descobriu, fazendo cair por terra um saber de quase 2.000 anos (Tabela 13, parágrafo 10).

A palavra “somente” certamente vem colaborar com uma percepção desejada de que esse conhecimento é mais recente do que se imagina, apesar de ter acontecido no século XVII, ou seja, esses 300 anos atrás são poucos, quando comparamos ao pensamento de Aristóteles que perdurou por quase 2.000 anos.

Na frase abaixo é nítida a identificação da aluna, junto ao pensamento de Aristóteles, ou seja, a absorção direta dos alimentos no solo pela planta e também uma posterior transferência desse novo conhecimento que iniciou com van Helmont sobre a fotossíntese:

A confusão que Aristóteles fez foi a mesma que eu fiz, porém ele passou por isto a 384 anos antes de Cristo e eu no ano de 1997 depois de Cristo. Michelle 8^a C.

Ainda outros perceberam que os processos da construção desse conhecimento foram demorados:

Legal as pesquisas dos químicos o tempo que demorou até eles descobrirem como que a planta sobreviveria no solo, o modo que ela respira o tempo de vida sem ar, etc. Chris 8^a A (grifos nossos).

Já na próxima frase, apesar da repetição de algumas palavras do texto, a aluna enfatiza a palavra “somente”, nos dando um indício de que ela considera pouco o tempo em que tal coisa foi descoberta. Essa percepção do tempo na ciência vem corroborar com a noção do sujeito textual, onde é percebido a temporalidade desse sujeito:

*O que eu achei interessante foi que **somente** há 300 anos atrás van Helmont (1577-1644) fez uma experiência muito interessante, a experiência dele.* Bruna 8^a A (grifo nosso).

Ou como está implícito nessa segunda frase:

*Não sabia que Aristóteles considerava que as plantas retiravam o alimento do solo. Eu não sabia também que **somente** há 300 anos atrás um cientista fez experimentos para contrariar essa **forma de pensar** do Aristóteles.* Ana P 8^a A (grifos nossos).

Como é possível percebermos na última frase da aluna, a leitura desse texto permitiu que esses estudantes entrassem em contato diretamente com algumas idéias dos cientistas, sujeitos do enunciado, ou como está dito na mesma frase do texto, suas “formas de pensar”:

*(Não sabia que) ...há 300 anos atrás quando van Helmont (1577-1644) que pode contrariar essa **forma de pensar**.* Rosemeire 8^a C;

***Aprendi a maneira de pensar** de van Helmont, sobre o crescimento de uma árvore em cinco anos e o de Priestley que ficou muito perto de resolver o problema com experiências de animais e plantas.*” Gi 8^a A;

*Achei bem legal a experiência que van Helmont fez para contrariar **a forma de pensar de Aristóteles**, que considerava que as plantas retiravam o alimento diretamente do solo.* Claudia 8^a A (grifos nossos).

Uma estudante utilizou essas palavras, também para expressar sua própria forma de pensamento comparando-a com a dos cientistas:

*Eu pensava a mesma coisa que Aristóteles, que as plantas retiravam o alimento diretamente do solo. E o experimento de van Helmont que **contraria totalmente a minha forma de pensar**.* Cris O 8^a A (grifos nossos).

Quando a aluna selecionou essa passagem, houve identificação e transferência durante a leitura, provocando um deslocamento do seu sentido, para o sentido do texto, que pretendia o autor.

6.5.3 - A QUESTÃO DOS EXPERIMENTOS E ALGUMAS REPRESENTAÇÕES DOS ESTUDANTES

Outro fator bastante significativo, do ponto de vista dos efeitos discursivos provocados nos alunos foi a descrição do experimento feito pelo próprio van Helmont. Nele

podemos notar em alguns momentos uma certa semelhança com uma receita de bolo, ou mesmo um roteiro de laboratório (Tabela 13, parágrafo 11).

Nesta descrição, além da explicação de como é feito o experimento, há uma tentativa de justificar sua conclusão bastante curta e objetiva na última frase do texto. Na frase abaixo podemos perceber o efeito numa aluna que pareceu conhecer a “receita” de van Helmont:

Eu sabia que para que nascesse um pé de salgueiro ou outro tipo de planta é necessário um vaso de barro ou mesmo plantar em terra firme e se plantar em um vaso tem que umedecer (umedecer) quando for necessário com água (chuva ou destilada). Eu não sabia que a poeira misturada pelo vento não podia ser misturada a terra do vaso e achei interessante o pó não poder se misturar. Marina 8ª A

Provavelmente a forma como foi escrito o texto, semelhante a uma receita, somada à primeira frase introdutória (fez um experimento bem interessante que contrariou essa forma de pensar), ou seja, um experimento que foi feito somente para contrariar algo já estabelecido, forneceu alguns elementos de que o resultado já era sabido pelo cientista, antes da conclusão do experimento. Se pensarmos na leitura como uma interação, a qual o aluno traz sua história de vida, conhecimentos atuais e expectativas, é fácil relacionar algumas respostas com o que acontece nos laboratórios de ciências nas escolas, onde é feita apenas uma constatação do que já se sabe e não algo a ser refletido:

A experiência de van Helmont e se a planta tira todo o seu alimento do solo. O experimento provou que isso não é verdade. Jair 8ª C

*As experiências que “eles” fizeram para **comprovar** que a planta não tira alimento somente do solo. Juliana 8ª B (aspas da aluna)*

*Van Helmont **tirou a prova** ...o que faz a planta crescer é a água (segundo van Helmont) Mateus 8ª A*

*As formas que usaram para **comprovar** teses Hugo 8ª Y (grifos nossos)*

Fica bem evidente nessa análise, uma fuga para outros sentidos que não os objetivados pelo sujeito da enunciação. Como a leitura está sujeita aos efeitos da paráfrase e da polissemia, nesse caso esta última atuou com mais intensidade, produzindo uma fuga de sentidos.

Esse efeito de sentidos tão bem capturados pelos alunos em suas memórias discursivas, dos quais podemos perceber suas representações sobre a questão dos

experimentos na escola, ou seja, simples tentativas de provar o que diz a ciência, sem problemas para resolver, ocorreu muito menos quando das colocações de Priestley.

Nos trechos de Priestley abordados no texto, principalmente ressaltando as palavras em negrito (Tabela 13, parágrafo 16 e 18), é possível percebermos que existe primeiramente um problema e certa curiosidade do cientista em conhecer os porquês de determinadas ocorrências na natureza, relacionadas aos gases. Fica claro pela forma como está escrito, que o cientista ainda não sabe o que é o oxigênio e quem o produz. Isso é interessante do ponto de vista histórico tradicional, pois não há datas ou uma seqüência rígida de acontecimentos. Isso foi captado pela maioria dos alunos como algo em desenvolvimento, diferentemente do que vimos com o trecho de van Helmont, algo que foi deduzido, compreendido, concluído:

O que eu achei mais interessante foi a observação feita pelo cientista, que questionou como o ar utilizado na combustão é repostado na atmosfera. Para a época em que foi formulada, deveria ser muito intrigante essa questão. Lucileide 8ª B;

Priestley não sabia como pensar na restauração do ar na natureza, e não demorou muito e fez uma descoberta importante... concluiu que as plantas “revertem os efeitos da respiração” adorei isso. ← (aspas e seta da aluna) Daniela 8ª C;

Achei interessante quando Priestley compreendeu que velas acesas prejudicavam o ar. Sandra 8ª A;

Interessante saber a conclusão do químico Priestley. Rob 8ª A (grifos nossos).

Na frase seguinte, o substantivo “prova” vem com um sentido diferente nesse momento, pois a prova é “atual”, ou seja, é algo para esse momento e não algo feito para provar o que pensava o cientista naquele momento:

Através da experimentação compreendeu que velas acesas e animais prejudicavam o ar tornando-o incapaz de permitir a vida. Isso é uma prova que a planta produz oxigênio. Juliana 8ª C (grifos nossos).

Aprofundamos mais o olhar para tentarmos entender porque Priestley foi lido como alguém que passou por um processo de investigação e não simplesmente possuía uma idéia prévia, com a qual executou um experimento para apenas demonstrar o que estava pensando. Percebemos que algumas palavras que ele utilizou foram repetidas de forma bastante desejada do ponto de vista do entendimento de alguns dos processos da ciência:

O que o pesquisador descobriu que uma vela prejudicava o ar e o que acabou descobrindo que a natureza restaura o ar. Danilo 8ª B;

Outra descoberta interessante foi a que velas acesas e animais prejudicavam o ar, tornando-o incapaz de permitir vida. Ele estava muito perto de resolver seu problema e acidentalmente fez uma descoberta importante que a vegetação é restauradora. Cris O 8ª A (grifos nossos).

Nesses dois exemplos anteriores houve uma atenção especial voltada ao “acidente” de Priestley.

Mesmo assim ainda há alunos que usam a palavra “provar” com o mesmo sentido em van Helmont, ou seja, um resultado previamente estabelecido:

O oxigênio é realmente produzido pela fotossíntese, quando 1770 Priestley fez experiências para provar a produção de oxigênio. Welling 8ª A;

Provou que as plantas produzem oxigênio Ana Paula 8ª A (grifos nossos).

Todos esses resultados demonstram que é importante a utilização de textos dessa natureza para o ensino de ciências. Também os silêncios que encontramos, por exemplo, nas respostas da questão “o que você já sabia”, das quais nenhuma foi relacionada à história da ciência ou mesmo de algumas respostas mais diretas (como a frase abaixo) demonstraram a necessidade de textos dessa natureza no ensino de ciências:

“Não sabia de nenhuma das duas experiências” Gus 8ª A.

Esse ponto convergente encontrado entre a história da leitura dos alunos e a história da ciência, parece mexer com os sentidos e provocar alguns efeitos em relação ao conversar ciências. Isso pode ser um bom indicativo de que devemos começar a trabalhar com um currículo diferenciado, priorizando alguns silêncios presentes no ensino de ciências, porém não podemos nos esquecer da incompletude da linguagem e os efeitos de sentidos a que os leitores estão sujeitos.

6.5.4 - ALGUMAS PRECAUÇÕES NO USO DOS ORIGINAIS DE ANTIGOS CIENTISTAS

Vários alunos nos colocaram numa posição bastante confortável, perante antigas informações, inclusive já ultrapassadas, como por exemplo, van Helmont que não

levava em conta a atmosfera ou a luz no processo da fotossíntese. Alguns estudantes utilizaram artifícios que denotam conhecimento de “quem falou”, indicando-nos o entendimento dessa limitação. Por exemplo nas frases abaixo os parênteses e aspas podem nos dar indicação de quem falou:

Van Helmont tirou a prova ...o que faz a planta crescer é a água (segundo van Helmont).
(parêntesis do aluno) Mateus 8^a A;

“Que as plantas reverterem os efeitos da respiração”. (aspas do aluno) Bi M 8^a A (grifos nossos).

Esses “artifícios” utilizados no texto e repetidos pelos alunos, podem nos dar alguma indicação do que diz o sujeito do enunciado, porém também traz o sentido que queria o sujeito da enunciação. Além disso, outros esclareceram que assim como van Helmont, também tinham conhecimento parcial do fenômeno:

... que não necessita apenas de luz para haver fotossíntese. Érica 8^a Y.

Porém, há um certo “perigo” na colocação de antigos conceitos, quando pensamos no trabalho com os originais dos antigos cientistas. Se não há uma boa discussão posterior, os alunos podem ficar com a impressão de que se fala algo recente confundindo-os e talvez auxiliando a construção de concepções alternativas, divergindo do papel do ensino de ciências, “impedindo” oportunidades de ensino e aprendizagem.

Nesses dois casos não houve propriamente esse impedimento junto ao conhecimento, pois os alunos foram enfáticos discordando de van Helmont, posicionando-se contra a conclusão bastante limitada do cientista:

Não concordo com o cientista van Helmont disse que toda a transformação que ele observou em seus experimentos, se deu por causa da água. Mas isso não é verdade, porque para a execução das transformações foram necessárias além da água, a terra e a luz do sol. Ana P. 8^a A;

As plantas não retiram seu alimento somente da água, como disse van Helmont. Elas utilizam também o ar (O₂) a luz para sobreviver. Eu já sabia disso porque eu vi essa matéria, ou parecida, um ano atrás. Jorge 8^a C (grifos nossos).

Como sempre temos enfatizado, outras interpretações fazem parte do jogo da língua e de sua incompletude. Nesse caso, houve uma ênfase nos sentidos já sabidos pelos

alunos, comprometendo de certa forma, o sentido trazido pela enunciação, um conhecimento parcial do fenômeno num determinado momento histórico. Nas duas frases anteriores, os alunos perceberam o “erro” do cientista, mas parecem discordar não levando em conta o fato da temporalidade da ciência, sob um conceito já ultrapassado na ciência. Isso pode ser percebido quando os alunos escreveram: “... Mas isso não é verdade” ou “eu já sabia disso porque eu vi essa matéria...”

Porém, há a possibilidade de que outros alunos tenham lido ou venham a ler, como um conhecimento que ainda perdura nos dias de hoje:

Não sabia que a planta pode fornecer água durante 5 anos. Rosemeire 8ª C;

Não entendi porque a poeira não podia se misturar com a terra. Karla 8ª B;

Não entendi a experiência da árvore com a água de chuva. Ana P. 8ª A.

É preciso estar atento às inferências e compreensões das leituras dos alunos, pois dependendo da experiência do leitor, pode haver um distanciamento da disciplina de ciências. Outros problemas podem surgir com frases nas quais o cientista utiliza idéias já ultrapassadas (restauração do ar, purificação do ar reversão dos efeitos da respiração) e vemos posteriormente os estudantes incorporando essas palavras; alguns acertadamente utilizando aspas, quando fazem a citação “...concluiu que as plantas “revertem os efeitos da respiração” ← adorei isso. (aspas e seta da aluna) Daniela 8ª C (grifos nossos); outros porém podem cair em generalizações (ar como sinônimo de gás oxigênio). É preciso tomar cuidado ao trabalhar história da ciência, pois só o fato da palavra estar escrita, muitas vezes pode trazer um tom implícito de verdade (está escrito!), favorecendo os obstáculos epistemológicos, nesse caso o do conhecimento geral.

Além disso, mesmo com algumas respostas bastante satisfatórias do ponto de vista de uma repetição histórica, purificar o ar ou reverter os efeitos da respiração, podem dar ao aluno a impressão de que a fotossíntese é “função” dos vegetais, ou seja, novamente uma fuga de sentidos para algo determinado para que houvesse essa função. Isso de certo modo propicia obstáculos epistemológicos, como o Pragmático, que é aquele entendido pelo caráter utilitário de um certo fenômeno, onde a fotossíntese não seria algo que passou por um processo evolutivo envolvendo milhões de anos, mas sim algo que existe para

auxiliar nossa sobrevivência. Alguns alunos entenderam essa expressão “purificar o ar” e colocam indicações desse entendimento quando colocam por exemplo:

Quando produzimos fogo libera gás carbônico e as plantas transformam o gás carbônico em oxigênio de certo (certo) modo as plantas purificam o ar. Welling 8ª A (grifos nossos).

Essa expressão “de certo modo”, acaba evidenciando que o fenômeno da fotossíntese não é uma função da planta, mas sim uma consequência, um resultado do que vemos ocorrer hoje na natureza, porém ainda se pode encontrar algumas frases dúbias, que podem ou não representar a fotossíntese como uma “função” de reverter os efeitos da respiração e não algo que ocorreu casualmente:

Gostei também da experiência de Priestley que é simples. Ele também constatou que as plantas reverterem os efeitos da respiração. Bruna 8ª A (grifos nossos).

É preciso atenção a essas particularidades, pois não sabemos em que medida essas leituras podem trazer tais interpretações. É preciso levar em conta esses aspectos e trabalhá-los durante uma discussão posterior.

Ainda problemas relacionados às histórias de leituras no ensino de ciências, onde geralmente há uma “obrigação” do aluno em responder uma lista de questões, que aparecem no texto, como no exemplo que se segue:

*Concorda com a última frase de van Helmont? Por que? Sim, por que a água é composta de água.
Como podemos saber que o oxigênio é produzido na fotossíntese? Por que o fogo necessita de oxigênio e se colocarmos uma planta e uma vela dentro de uma campânula ela manterá acesa se tirarmos a planta a vela apagará. Wagner 8ª C (grifos nossos).*

Nestas, o aluno responde às duas perguntas para reflexão do texto, deixando de responder o que não sabia, o que sabia e o que achou mais interessante, provavelmente por não ter ouvido ou entendido que se tratavam de questões de outra natureza.

6.5.5 - OS DESENHOS

Os desenhos dos experimentos também foram uma importante parte do texto. Eles possuem um outro tipo de linguagem, que foi amplamente utilizada pelos alunos e transformada em linguagem escrita. Os alunos descreveram o desenho nas respostas sobre o

que não sabiam e o que acharam mais interessante, enfatizando muitas vezes os detalhes que traziam as legendas, que por sua vez não apareciam em outras partes do texto:

Legal a experiência da vela com a arvinha (arvorezinha), e o rato sozinho num vidro e morreu, mas com a arvinha (arvorezinha), ele conseguiu (consegue) sobreviver. A. Paula 8ª B;

Interessante aquela pesquisa que foi feita, se colocarmos uma vela acesa (acesa) e tamparmos com um vidro ela se apagará, mas se colocarmos junto com ela uma planta ela ficará acesa(acesa) vários dias sem apagar, isso acontece porque a planta solta oxigênio. Clei 8ª B.

Porém, alguns problemas podem surgir relacionado à autenticidade dos desenhos. Como o texto traz trechos dos originais dos cientistas sobre seus experimentos, totalmente distintos do resto do texto, ou seja, em itálico, com aspas, com bibliografia no final, alguns alunos podem ter concluído que os desenhos também eram da autoria dos cientistas, o que pode representar problemas, por exemplo, com as escalas:

Que o oxigênio produzido com uma planta tão pequena, podia ser suficiente para a sobrevivência de um animal ou a combustão de uma vela. Jorge 8ª C (grifos nossos).

Nesse outro caso abaixo, a interpretação do aluno teve uma “fuga” de sentidos para as condições da planta do experimento. Realmente se olharmos o desenho utilizado, a planta está bem próxima da vela. Se fizéssemos isso, provavelmente a planta morreria, mesmo que o tempo gasto fosse de apenas 10 dias, como está dito na legenda do desenho:

Mesmo com a luz, o calor de uma vela, a plantinha foi crescendo. Ricardo 8ª C.

Ou mesmo nesse próximo exemplo há uma conclusão equivocada, que pode ter surgido quando nos desenhos dos experimentos de Priestley, uma planta é posta sob a campânula com a vela apagada. Logo em seguida, há outro desenho com a seguinte legenda “depois de alguns dias a vela pode arder sem apagar”. Como não há uma sequência de alguém acendendo a vela no desenho, o aluno ficou com a impressão de que a vela acende sozinha. Provavelmente ele preocupou-se em olhar apenas o desenho:

Foi da planta, a pessoa pois o vidro sobre a planta por um tempo e depois colocou o vidro sobre a vela, a vela acende. Wesley 8ª Y (grifos nossos).

Esses e outros inúmeros casos são considerados passíveis da língua... Esses fatos podem representar um ponto a ser questionado ao trabalhar a história da ciência nesse nível. É preciso um trabalho que esclareça a todos o conhecimento do fenômeno atual, pois

o aluno pode ficar com a impressão de que ainda se pensa dessa forma, por isso a importância da discussão posterior junto aos alunos.

6.5.6 -AMPLIANDO A NOÇÃO DE COMO AS PALAVRAS SÃO USADAS NA CIÊNCIA

Quando procuramos entender o funcionamento de um texto, procurando por subsídios para a prática de produção da leitura, um dos traços essenciais a ser lembrado é a relação que os textos têm com outros textos, ou seja, a intertextualidade.

Nesses exemplos seguintes, é possível perceber a intertextualidade e uma certa ampliação do sentido para algumas palavras que são usadas no discurso da ciência:

É muito incrível e muito interessante que a partir de um gás e um líquido o vegetal produza oxigênio e alimento, os animais consomem as substâncias que os vegetais produzem então são chamados de consumidores e os vegetais de produtores. Cris O 8ª A.

Parágrafo 8. Não é incrível que a partir de um gás e um líquido, o vegetal produza oxigênio e alimento? Pois é, já há algum tempo, a ciência tem investigado que substâncias como o amido, as proteínas, gorduras, vitaminas são produzidas pelos vegetais. Por isso, eles são chamados de produtores e como os animais consomem as substâncias que os vegetais produzem são chamados de consumidores.

Vemos nesse exemplo, quando olhamos esse parágrafo da Tabela 13, a substituição das palavras “por isso” encontradas no texto para explicar o porquê dessa classificação, pela palavra colocada pela aluna - “então”. Apesar de a resposta estar bastante semelhante ao texto, (ênfatizando somente esta parte e desconsiderando o restante do que escreveu a aluna), é possível perceber que a repetição faz uma síntese do parágrafo, associando a produção da fotossíntese à cadeia alimentar, como também está destacado no texto. Retomar esses sentidos das palavras na ciência em outros contextos, sem perseguir constantemente uma sequência rígida de conteúdos, mas fazendo sempre uma associação ampla dessas palavras com outras palavras, ou seja, dar asas à intertextualidade, parece fazer com que os alunos consigam captar de suas memórias discursivas, conceitos que ficaram cristalizados e que voltam fazendo outro sentido. É como se a memória formal renascesse. Vygotsky aponta esse fenômeno para a evolução do significado da palavra, como já vimos no início deste capítulo.

A necessidade da classificação pelo homem, encontrada na biologia para as coisas vivas, com o intuito de organizar o conhecimento, de certa forma colaborando para

que conceitos como o da evolução sejam melhores entendidos, tem muitas vezes um efeito contraditório no ensino de ciências, já que a utilização exacerbada dessa classificação prioriza a memória mnemônica, em detrimento do significado da palavra na ciência.

Nas frases seguintes podemos encontrar a mesma questão em relação à classificação dos alimentos:

Legal saber que os alimentos são considerados energéticos pela quantidade de (amido) glicose.

Renata 8ª C;

...Depois de transformada ela (glicose) é energia, mas ainda preciso de outros alimentos porque cada um tem uma função diferente no organismo. Michele 8ª C;

Eu não sabia que quando comemos alimentos com amido, ele é quebrado pela saliva liberando a glicose, por isso dá para ver se ele é energético ou não. Juliana 8ª C (grifos nossos).

Obviamente há entendimento e também um certo prazer em entender esses significados não apenas na questão da oralidade, mas como conhecimento para sua própria sobrevivência e tomada de decisões, por exemplo, sobre a alimentação e conseqüentemente sua saúde. Sem dúvida é também uma questão de melhorar sua própria condição de vida, utilizando o conhecimento em seu próprio benefício.

6.5.7 - A QUESTÃO DO AMIDO E SUA ORIGEM NA 8ª A - DERRUBANDO OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Na Tabela 10, foi possível observarmos nas respostas das atividades do dia (06/11/97), que pelo menos 44,4% dos estudantes concentrados na 8ª A ainda estavam com dúvidas sobre a origem do amido, afirmando sua existência no solo. Com o objetivo de aprofundamento e entendimento da questão, fizemos um cruzamento de dados entre os dias 06/11 e 13/11, relacionado ao dia da atividade de leitura do texto “A nutrição dos vegetais”, principalmente buscando compreender, como funcionou o texto nesses 44,4% dos estudantes da sala (oito alunos) e o que eles priorizaram diante de questões tão abertas depois da leitura do texto.

Correndo o risco de sermos considerados simplistas ao colocarmos com demasiada objetividade esses dois momentos, é bom lembrar que houve um processo, algumas tomadas de decisões, falas, ações, expectativas, percepções, leituras que podem

não estar colocadas como prioritárias, mas que ampliaram ou simplesmente deram suporte e que de certa forma contribuíram para que chegássemos a esse resultado²⁷.

Resumidamente temos algumas respostas bastante satisfatórias do ponto de vista da repetição que os alunos apresentaram, quando as comparamos nos dois dias. Nas respostas dos três alunos Giselle, Matheus e Rodrigo há uma repetição do texto baseada na dúvida sobre o amido e sua produção no solo, nas quais conseguiram detectar o equívoco.

Alexandre parecia bastante convicto de que no solo havia amido, como é possível observar em outras questões das respostas do dia 06/11 (...“*Porque pode o (amido) encontrar no solo dele, que a raiz da batata retira o amido*” “*Eu acho que antes de algumas plantas terem amido, ela o absorve do solo*” “*Porque algumas plantas tem (têm) o poder de absorver e fazer o amido*”). Depois da leitura do texto, ele coloca que “*não sabia quase nada como você pode observar no trabalho que eu já te entreguei*” justificando-se ao professor e pedindo-lhe que olhasse as respostas do dia 06/11.

Juliano que também respondeu afirmativamente a primeira, faz menção à questão, porém justificando-se de certa forma, dizendo que havia esquecido o que era o amido.

Já em Thiago e Gustavo as respostas afirmativas sobre a origem do amido no solo, não os levaram a mencionar ou repetir a resposta na segunda atividade enfatizando outros aspectos do texto.

O fato da linguagem mais importante ao nosso ver é que nos dá evidência de que a maioria dos sujeitos (seis alunos de um total de oito, com exceção de Thiago e Gustavo) passou a **conhecer o des-conhecido**, ou seja, repensou o já sabido, pois **com questões tão abertas**, como quanto as que fizemos, (“*O que você não sabia*”; “*O que você sabia*” “*O que você achou mais interessante*”) num texto com várias informações novas, história, figuras, curiosidades e experimentos, a maioria desse grupo de alunos que disse haver amido no solo, priorizou as falas mais próximas do discurso científico sobre o amido, favoravelmente ao que pretendíamos, mudando sua postura em relação ao que pensavam anteriormente, aparentemente se apropriando desse conhecimento, deslocando o sentido primeiro para outro mais próximo do científico.

²⁷ Para que o leitor tenha acesso pelo menos em parte a esse movimento, a leitura do capítulo 5 é fundamental.

Além desses seis alunos da Tabela 14 que selecionaram a fala sobre o amido, após o equívoco cometido na primeira atividade, temos mais onze alunos do restante da sala, que também priorizaram a resposta sobre o mesmo problema. Eles foram colocados em outra Tabela (a 15). Nessas situações foram encontrados alunos que responderam corretamente a questão do dia 06/11, outros que não estavam presentes nesse mesmo dia e um que simplesmente não respondeu ao questionário. Ao todo são 17 alunos (de um total 30) que priorizaram a fala sobre o amido.

Dessa forma, nas respostas da Tabela 15 seguindo as mesmas questões da Tabela 14, encontramos outras repetições sobre o mesmo assunto, muitas vezes assumindo que não sabiam, mesmo que tivessem dito corretamente da primeira vez como é o caso de Cristiane.

Em duas alunas: uma (Bianca) que não estava presente no dia 06/11 e outra (Margarete) que não respondeu às questões desse dia, houve uma priorização do desconhecimento da inexistência do amido no solo, posteriormente no dia 13/11.

Também há um outro tipo de resposta, na qual os alunos coerentemente falaram sobre a origem do amido ser na planta e continuaram afirmando, como o exemplo de Débora fazendo um resumo do texto e não propriamente relacionando o que não sabia.

Finalmente Ana P., que respondeu acertadamente da primeira vez, continua priorizando os fatos relacionados ao amido, porém de uma forma diferenciada. Ela repete de uma forma histórica.

Na análise dessa sequência, os alunos pareceram ampliar esses sentidos quando o texto relacionou o transporte de substâncias da folha para a raiz e não a absorção direta do solo, mesmo que a raiz tenha grande quantidade de amido e esteja tão próxima do solo.

6.6- AINDA OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS – A CONSTRUÇÃO DO TERRÁRIO

Enfatizados esses aspectos anteriores relativos à história, quanto à produção de alimentos e oxigênio pelos vegetais, ainda havia o problema da confusão entre respiração e fotossíntese. Mas como derrubar o mito da Respiração X Fotossíntese?

Já havíamos encontrado alguns obstáculos epistemológicos logo no início da proposta, com as questões a que os alunos responderam (anexo III), apontados no início

deste capítulo.

Também no capítulo quatro, nas análises referentes aos livros didáticos utilizados numa das escolas, percebemos que estes acabavam reforçando a idéia, quando encontramos entre outros problemas, um certo silêncio sobre a respiração dos vegetais, onde esta é praticamente desconsiderada pelos textos didáticos analisados, não levando em conta as concepções alternativas que geralmente têm os alunos sobre esse assunto. Mesmo nos volumes que contêm alguma explicação sobre o fenômeno, a respiração é dada somente como uma troca de gases.

É bom ressaltar que até em materiais didáticos de outros países, por exemplo os de origem norte-americana utilizados em salas de High School (segundo grau), é possível encontrarmos problemas semelhantes. No “Science Probe II”²⁸ há uma figura sobre o fenômeno da fotossíntese em que uma árvore aparece produzindo o oxigênio e num espaço oposto aparecem alguns seres vivos como animais e microorganismos produzindo o gás carbônico, porém não há no desenho uma planta entre esses últimos seres vivos. Nas três páginas posteriores ao desenho, onde há outras explicações sobre o fenômeno, somente há uma frase explicando que as plantas possuem mitocôndrias e usam o oxigênio.

Este modelo utilizado é muito comum em textos didáticos, quando se fala em fotossíntese. Dessa forma, não é difícil estudantes de ciências concluir que a “função” da fotossíntese é a produção de oxigênio para os animais.

Uma larga experiência com o ensino de adultos (Souza, 1995b), nos levou à construção de pequenos terrários com os alunos e algumas dicas foram implementadas no texto “A nutrição dos Vegetais” (anexo VI) a respeito desse assunto. Essa atividade ocorreu posteriormente à leitura desse texto. Nela foi possível perceber como conhecimentos anteriores precisam ser ativados, quando se pensa na sobrevivência da planta no terrário.

Para termos uma melhor idéia do que foi solicitado aos alunos recuperamos aqui a parte desse texto (anexo VI):

²⁸ Sokolis, G.E & Thee, S. S. **Science Probe II** South Western Ed. Publish., 1996.

TABELA 14 – SEQUÊNCIA DE DUAS ATIVIDADES RELACIONADAS SOBRE O AMIDO DE OITO ALUNOS DA 8ª A

Alunos	DURANTE A ATIVIDADE DO AMIDO (06/11) - mediante a questão: "Na sua opinião, ele (o amido) também pode ser encontrado no solo, antes de estar na planta?"	NA ATIVIDADE DE LEITURA DO ANEXO IV (13/11) - respondendo a questão: "O que você não sabia?"	COMENTÁRIOS
Alexandre	<i>Eu acho que antes de algumas plantas terem amido ela o absorve do solo.</i>	<i>Desse texto eu não sabia quase nada como você pode observar no trabalho que eu já te entreguei</i>	Não especifica o que não sabia.
Giselle	<i>Sim</i>	<i>Para mim ler o texto foi bom porque aprendi 3 coisas fundamentais que eu não sabia: 1) ... 2) que no solo não existe amido 3) ...</i>	Assume que não sabia, sendo coerente com a primeira resposta.
Mateus	<i>Sim</i>	<i>O amido é fabricado pelas plantas, mais exatamente pelas folhas</i>	Assume que não sabia, sendo coerente com a primeira resposta.
Rodrigo	<i>Sim</i>	<i>Eu não sabia que o solo não existia amido eu já sabia que o amido era fabricado pelas plantas ...</i>	Assume que não sabia, sendo coerente com a primeira resposta.
Wellington	<i>Sim</i>	<i>As plantas produzem o amido que é usado na nutrição das plantas.</i>	Não coloca explicitamente que não sabia, mas aponta sutilmente para sua contradição do dia anterior, quando prioriza essa fala.
Juliano	<i>Talvez sim</i>	<i>Eu já sabia que o amido é feito nas folhas e não é encontrado no solo. Mas eu não me lembrava o que era o amido ...</i>	Respondeu afirmativamente da primeira e faz menção à questão porém justificando seu "erro" dizendo que havia esquecido o que era o amido.
Gustavo	<i>Sim</i>	<i>Não sabia que alguns vegetais tem mais amido que os outros o que pode representar a existência de diferentes substâncias nos vegetais.</i>	Apesar da primeira questão não estar satisfatória para os padrões científicos, não retoma o equívoco.
Thiago	<i>Sim</i>	<i>Eu gostei daquela figura do rato, quer dizer que nenhum ser vivo, vive sem oxigênio. (Não colocou explicitamente o que não sabia)</i>	Respondeu que existia amido no solo, porém nem mencionou a questão se apegando mais as questões referentes a respiração.

TABELA 15 – OUTRAS SITUAÇÕES DAS DUAS ATIVIDADES RELACIONADAS SOBRE O AMIDO DOS ALUNOS DA 8ª A

No. de alunos	DURANTE A ATIVIDADE DO AMIDO (06/11) - mediante a questão: "Na sua opinião, ele (o amido) também pode ser encontrado no solo, antes de estar na planta?"	NA ATIVIDADE DE LEITURA DO ANEXO IV (13/11) – fragmentos dos textos dos alunos relacionados a produção de amido pelas plantas: "O que você não sabia" ou "o que achou mais interessante"	COMENTÁRIOS
1	<i>Na minha opinião não, o solo não tem amido é fabricado pelas plantas e pelas folhas. Cristiane</i>	<i>Eu pensava a mesma coisa que Aristóteles, que a plantas retiravam o alimento diretamente do solo. E o experimento de van Helmont que contraria totalmente a minha forma de pensar.</i>	Respondeu certo da primeira vez, porém no dia 13/11 disse que não sabia, repetindo o que leu de forma histórica.
2	<i>Não, porque o amido é feito e encontrado nas folhas das plantas. Débora</i>	<i>...O texto fala que alguns vegetais têm mais amido que outros, no solo não existe ele, pois ele é fabricado pelas plantas...</i>	Coerentemente ressaltam a mesma informação, escrevendo não o que não sabiam, mas o que já sabiam.
2	<i>(ausentes no dia dessa atividade)</i>	<i>Eu não sabia que o amido era produzido somente na folha, pensava que também havia produção no solo. Bianca</i>	Ausentes e afirmaram não saber da inexistência do amido no solo.
2	<i>(ausentes no dia dessa atividade)</i>	<i>Eu já sabia que no solo não existe amido e que ele é fabricado pelas plantas, principalmente pelas folhas Simone</i>	Ausentes e já sabiam
1	<i>(presente mas não respondeu)</i>	<i>Tudo é importante, mas o que eu achei mais importante ..., também a planta fabrica o amido e não é o solo, principalmente pelas folhas. Margarete</i>	Não respondeu nenhuma das questões solicitadas no dia 06/11, mas no outro dia entre as respostas das quais levantou os conhecimentos sobre o que não sabia, colocou a questão do amido acrescentando como uma das mais importantes do texto.
1	<i>Na minha opinião não, pois o solo não tem amido, é fabricada pelas plantas, principalmente pelas folhas. Sandra</i>	<i>O amido pode ser encontrado em vários alimentos como: arroz, batata, cenoura e outros. Nós precisamos comer vários tipos de alimentos, pois cada um tem substâncias diferentes do outro como vitaminas e proteínas.</i>	Já sabia a questão do amido e prioriza outro assunto
2	<i>Não eu acho que no solo não tem amido Ana P</i>	<i>Não sabia que Aristóteles considerava que as plantas retiravam o alimento do solo. Eu não sabia também que somente há 300 anos atrás um cientista fez experimentos para contrariar essa forma de pensar do Aristóteles.</i>	Responderam satisfatoriamente a questão do dia 06/11 e depois fizeram menção indireta sobre o amido no solo, mais próximo aos fatos históricos.

"PARA OBSERVARMOS:

1) CONSTRUINDO UM TERRÁRIO

O que pode acontecer com uma planta se ela ficar no escuro? E se ela ficar no claro? Para conseguirmos essa resposta iremos fazer o seguinte experimento.

A) Coloque em um vidro transparente (de maionese, palmito, etc) camadas de mais ou menos 1 cm de altura de areia e solo de jardim. Plante uma muda de algum vegetal de preferência folhagens, pois são mais resistentes. Coloque um pouco de água e feche a boca do vidro com papel filme (Magipack). Anote o dia em que você fez o terrário.

B) Para que você consiga responder à questão feita acima deixe um terrário onde haja luz e faça um segundo colocando-o no escuro.

C) Anote o resultado depois de 10 dias.

Em sua opinião, essas plantas morrerão? Por quê?

Quais os componentes vivos e não vivos do terrário?" (grifos nossos)

Dentre as discussões importantes, a questão grifada acima foi a que instigou mais os alunos, resultando no debate mais sobressalente dessa atividade. Ela foi o princípio de toda uma discussão que objetivamos para que os alunos percebessem a diferença entre fotossíntese e respiração. Para termos uma idéia inicial colocamos o total das respostas dos 84 alunos das oitavas A, B e C sobre a sobrevivência ou não da planta no terrário, incluindo alguns exemplos típicos de falas.

De um total de 84 alunos, 30 alunos (35,71%) responderam que a planta sobreviveria pelas seguintes razões:

Sobreviverá porque a planta transpira:

*A planta que está no claro viverá, justamente porque ela receberá a luz do sol para fazer a fotossíntese, no entanto **ela conseguirá respirar formando bolhas d'água no magipack.*** (8ª A)

- Sobreviverá porque tem luz e calor:

*Porque ela **tem luz e ela tem calor** para fazer a fotossíntese* (8ª C);

- Sobreviverá porque produz o oxigênio em virtude da luz:

*Ela **produz o oxigênio** por causa da luz* (8ª C);

- Sobreviverá com a fotossíntese:

Porque a que está no claro, é lógico que fará a fotossíntese. (8ª B).

De acordo com nossa experiência didática em pelo menos 12 anos de magistério houve uma certa surpresa ao olharmos a quantidade bastante alta de alunos que apontou para a sobrevivência da planta, pois normalmente em outras interações quase todos os estudantes dizem à primeira vista que a planta não vai sobreviver. Portanto, houve um certo avanço sobre essa questão, pois vários estudantes logo no início da atividade acharam possível a sobrevivência da planta num local fechado, mas queríamos aprofundar essa discussão e nisso foi possível percebermos algumas contradições no pensamento.

Como nosso papel era nesse momento o de colocar dúvidas nas cabeças dos alunos, pois queríamos que entrassem em conflito com idéias cristalizadas, os que responderam pela sobrevivência da planta foram questionados onde a planta conseguiria os reagentes para fazer a fotossíntese, ou seja, o gás carbônico e a água, pois sabíamos da frequência de obstáculos epistemológicos, principalmente sobre a confusão entre respiração e fotossíntese. No caso, houve um conflito quando pensaram na produção do gás carbônico já que para tal era preciso que houvesse respiração no vidro fechado. Num exemplo típico de fala foi possível perceber essa indagação: *Se o vidro está fechado e a planta produz oxigênio como ela consegue o gás carbônico?*

Como alguns estudantes achavam que a fotossíntese era a respiração, alguns chegaram a apagar e refazer a resposta como veremos no restante dos 54 alunos (64,28%), que responderam que as plantas não sobreviveriam no terrário com os quatro tipos de justificativas abaixo:

- Falta de gás carbônico:

*A planta que vai receber luz vai ficar **sem gás carbônico** e vai acabar morrendo.* (8ª A);
*Nós achamos que ela não irá sobreviver. Porque ela precisa de **gás carbônico** e luz.*
Não realizará a fotossíntese. (8ª B).

- Falta de gás oxigênio:

*Eu acho que a planta **não vai sobreviver** pois **não há oxigênio dentro do vidro**. Sua respiração não irá funcionar.* (8ª B).

- Falta de ar:

Não porque o vidro não tem furos, e tem água suficiente para ela crescer, ela irá precisar de ar e o plástico impedirá o crescimento da planta, aonde ela morrerá.

(8ª A);

Sem ar por causa do magipack (plástico) não há como fabricar a glicose. (8ª C).

- Não consegue respirar:

Nós achamos que ela (a planta) não vai sobreviver, pois ela não consegue respirar. (8ª B).

Nesse material as concepções alternativas apareceram com bastante frequência. Por exemplo, nesses três últimos itens, os alunos tomaram como referência o homem, mesmo depois de terem alguma noção sobre o assunto, quando justificaram que a planta não conseguiria sobreviver sem respirar, por falta de ar e por falta de oxigênio. Já os que disseram que a planta não sobreviveria, pois não haveria gás carbônico, não levaram em conta a respiração das plantas e os produtos de sua respiração.

Para trazer a respiração para a discussão, utilizamos alguns recursos no discurso, como certas analogias. Ao perguntarmos o que acontecia ao nosso dedo quando a circulação do sangue parava (no caso quando se aperta com uma linha, por exemplo), eles tiveram dificuldade em relacionar esse fato à respiração celular, realizada pelas mitocôndrias em todas as células do nosso corpo, para a produção de energia. Portanto, as discussões foram no sentido de esclarecer o que era também a respiração. Exemplos típicos da frase abaixo foram frequentes e iniciaram uma discussão da noção do funcionamento dos sistemas do organismo:

“O oxigênio vai lá? (no dedo) Não sei porque as pessoas falam assim se a gente ficar dois minutos sem o oxigênio chegar no cérebro, não sei, morre não sei porque na cabeça tem que ir o oxigênio pra lá.”

Ao abrirmos espaço para a explicação da respiração celular pelos seres vivos, motivo pelo qual há convergência nos processos de digestão e respiração, quando glicose e oxigênio se encontram no interior da célula (mitocôndria), produzindo gás carbônico e água, surgiram outras relações com o conhecimento adquirido em outras séries, ou mesmo em programas de TV, que pareciam naquele momento serem resgatados e fazerem sentido.

Um sentido para a ciência! Assim outras dúvidas apareceram: *Então uma ameba respira? Que tipo de energia a célula produz (quando respira)?*

Também colocamos em alguns terrários pequenos animais (tatu-bola, mosca), para que pudéssemos abrir espaço para a questão da respiração. Em vários momentos, surgiram questões: *Mas o mosquito respira?*

Quando conseguíamos avançar e os alunos concluíam que a planta também respirava, algumas reações desse tipo ainda surgiram dependendo do sujeito: *A planta é um ser vivo? Mas por que ela não se movimenta?*

Estes foram momentos de aparente ruptura com as concepções alternativas na medida em que os alunos precisavam formular outras hipóteses e repensar suas conclusões prévias diante de contradições encontradas, relacionadas tanto com o que eles acabavam de estudar, quanto em relação ao que aconteceu com a planta, pois ela conseguia sobreviver. Também argumentamos a respeito dos ciclos biogeoquímicos, tentando uma generalização daquele pequeno ecossistema com o planeta Terra, colocando as diversas interações ecológicas, como por exemplo, o ciclo da água e do nitrogênio, culminando numa certa percepção sobre a incompletude do conhecimento - ninguém sabe tudo - e na intertextualidade – as coisas têm relações com as outras.

Interessante também foi ouvir as professoras ao verem as reações dos alunos frente a tantas concepções alternativas e a repensarem em seu próprio conhecimento:

“Eles pensam que a planta não produz gás carbônico, é impressionante!”

“Agora eu me embananei, de onde a planta pega o gás carbônico?”

Em diversos momentos pudemos encontrar e inferir sobre as concepções alternativas nos obstáculos epistemológicos – Como há trocas gasosas nos dois casos **respiração e fotossíntese**, com as mesmas substâncias inversamente utilizadas, é fácil os alunos concluírem que os dois processos servem ao mesmo objetivo, ou seja, resumem-se somente na respiração, sendo a fotossíntese um “processo de respiração nos vegetais”. No caso, as palavras - respiração e fotossíntese - quase sempre vêm carregadas com o mesmo significado. E em relação à produção de oxigênio, acham que a função da fotossíntese é a de dar oxigênio aos animais, principalmente ao homem.

Como todas as palavras vêm marcadas de referenciais humanos, pois o discurso é humano, inclusive o da ciência, é possível que tenhamos uma dificuldade ainda maior em saber o significado dessas palavras na ciência, pois o fenômeno não pode falar por ele mesmo. O conhecimento que temos é construído pelo homem, então é inseparável o referencial humano, pois sempre falaremos o que quer que seja na linguagem do homem. Um exemplo desse deslize pode ser encontrado em nossa proposta (anexo III), quando perguntamos aos alunos “*como as plantas **aproveitam** a luz do sol?*”. O uso do verbo aproveitar nesse caso, funcionou de certa forma como um suporte para o obstáculo pragmático, já que se pode supor uma utilidade não casual da luz pelas plantas, mas sim algo planejado, fabricado.

A professora da sala Y nos relatou um evento interessante, quando uma das alunas dessa mesma sala compareceu no ano seguinte a uma festa da escola e viu novamente os terrários no laboratório das salas W e Z. Uma colega que acompanhava a ex-estudante, ficou intrigada com os experimentos e disse que a planta morreria dentro do vidro. Para a surpresa e alegria da professora, a ex-estudante da 8ª Y indignou-se com a conclusão da amiga e enfaticamente explicou tudo o que sabia sobre o assunto, coerentemente com o que havíamos visto e discutido no ano anterior. Não é preciso dizer que esse *feed-back*, apesar de ser casual e apenas com um aluno, nos deixou - professora e pesquisadora - com uma alegria e certo orgulho de termos participado dessa interação.

Acreditamos que esse tipo de atividade promove um modo de entrar nos sentidos dos alunos e ao mesmo tempo cria condições para que os alunos consigam entrar no sentido que traz a ciência. Não basta somente entrar no sentido dos alunos é preciso promover deslocamentos.

6.7 – UM ENSAIO SOBRE A ESCRITA DE TEXTOS

“*O texto é uma dispersão do sujeito*” (Orlandi, 1988, p. 75). Com essa afirmação a autora considera que é preciso entender que o sujeito ocupa posições diferentes no interior do mesmo texto, ou seja, é preciso considerar a heterogeneidade como forte característica do universo discursivo. Como o sujeito possui histórias, conhecimentos e expectativas próprias, cada texto será produzido de forma diferente, dependendo das condições de produção da linguagem que, por sua vez, consideramos historicamente determinada.

Portanto o sujeito está de alguma forma inscrito no texto que produz. Quando nos referimos à produção dos textos estamos falando tanto da leitura, quanto da escrita. Nos dois processos há produção do texto; a diferença pragmática talvez seja que no caso da leitura, o texto já está impresso no papel.

Vygotsky também ressalta a escrita como uma fala sem interlocutor, dirigida a uma pessoa ausente ou imaginária, ou a ninguém em especial. Segundo o autor, os motivos variáveis dos interlocutores determinam a todo instante o curso da fala oral, porém os motivos para escrever são mais abstratos, mais intelectualizados, pois somos obrigados a criar a situação, ou a representá-la para nós mesmos, exigindo um distanciamento da situação real (Vygotsky, 1993, p.85). Para o autor a leitura e escrita devem ser algo que a criança necessite e essa necessidade deve ter um sentido de relevância para a sua vida, não simplesmente um treinamento imposto. A linguagem escrita deve ser um momento do desvelamento das capacidades e possibilidades de interpretação e criação de cada um, e não simplesmente algo puramente mecânico e entediante. Fazendo nossas as palavras de Vygotsky, “*o que deve se fazer é ensinar às crianças a linguagem escrita, e não apenas a escrita das letras*”.

Rivard (1994) traz numa revisão bibliográfica sobre a escrita no ensino de ciências, num volume especial do **Journal of Research in Science Teaching**, a importância de estudos nesse campo, que não têm recebido uma atenção suficiente, principalmente quando se pensa nos elos entre *escrita para aprender e mudança conceitual* e, *escrita para aprender e pensamento crítico*. Inúmeras críticas do uso da escrita no ensino de ciências, interesses, práticas correntes e frentes de trabalho, são colocadas para quem quer aprofundar essa discussão. Muito dessa revisão pode muito ser nos útil quando pensamos na escola brasileira pública de primeiro grau. Certamente as diferenças de condições que temos das norte-americanas são inúmeras, porém alguns problemas não divergem muito. Em algumas observações nossas ao longo de um semestre, em uma sala referente a oitava série nos Estados Unidos, percebemos que os estudantes escrevem pouco e geralmente uma escrita bastante mecanizada, apenas quando solicitada pelo professor. As provas são em sua maioria, testes de múltipla escolha.

Durante nossas observações no Brasil, percebemos que a maioria dos alunos não tinha o hábito de escrever o que o professor falava na aula de ciências, somente copiava

o que era escrito na lousa, como se isso assegurasse de certa forma a necessidade de lembrar os tópicos principais, levando em conta o estudo num futuro próximo relacionado às provas, podendo mediar a memória através dos signos produzidos pela interação.

Também percebemos, a escrita de outra natureza, relacionada a eventos lúdicos longe da disciplina de ciências, como diários e outros registros pessoais²⁹.

Enfim, é fato que estudantes escrevem muito, quando se trata de uma escrita “marginal”! É possível trazer essa escrita para dentro da disciplina de ciências?

Se sim, como?

Durante a aplicação da proposta de fotossíntese, pretendíamos ressaltar a convergência que encontramos entre os textos originais dos cientistas e a escrita dos alunos referentes aos seus diários. Parecia possível construirmos um elo entre a leitura e escrita, quando pensamos nesta última como organizadora do pensamento. A conexão entre os documentos escritos pelos alunos e a leitura dos originais dos cientistas, pareceu-nos um espaço aberto e a escrita parecia um bom caminho para a ampliação desse espaço.

Na proposição do texto (anexo VIII), em que os alunos deveriam continuar uma história, estavam embutidos aspectos variáveis. Primeiramente, a letra de uma música bastante conhecida por essa faixa etária, foi colocada logo no início do texto, justificando que esta serviria de inspiração aos alunos durante a escrita do texto que seria solicitado. Uma situação hipotética foi criada, que lembrava uma história de ficção científica e foi solicitado aos estudantes que continuassem a escrever a história, levando em conta alguns procedimentos que tomariam perante essa caótica situação, no caso a destruição do planeta numa guerra nuclear. Essa atividade também veio corroborar com as indagações sobre a leitura dos textos originais dos séculos anteriores, pois pautou-se numa escolha feita pelos alunos, de um estilo para escrever. Entre as sugestões de estilo colocamos: um artigo de jornal, uma carta a pessoa conhecida, uma história em quadrinhos, uma história de ficção científica ou um diário de bordo da espaçonave.

Não queremos banalizar o papel da escrita nesse tópico, pois a consideramos uma ferramenta primordial para aprender ciências, que infelizmente tem recebido pouca atenção, tanto por quem ensina ciências, quanto por quem pesquisa ciências. Para podermos

²⁹ Recentemente em conversas com outros adolescentes, quando a aula é muito enfadonha, disseram ser comum um tipo de registro semelhante aos “chats” de conversa da Internet, onde uma folha de papel é passada de mão em mão com a mesma linguagem dessas salas e todos têm acesso ao que todos escrevem.

nos aprofundar utilizaremos os dados da oitava Y para nossa análise, pois foi o local onde observamos primeiramente os alunos escrevendo documentos pessoais. Dois dos textos elaborados pelos alunos tiveram a autoria de somente um estudante, enquanto os outros seis foram elaborados por duplas, perfazendo um total de dezesseis alunos.

Dos cinco estilos propostos no texto (anexo VIII), três foram escolhidos pelos estudantes na seguinte proporção:

- 07 alunos optaram por uma história de ficção (4 textos);
- 05 alunos optaram por um diário de bordo da espaçonave (3 textos);
- 04 alunos optaram por uma carta (2 textos).

6.7.1 - OS TEXTOS DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Das escolhas pelas histórias de ficção, três delas possuíam títulos: *“Planeta Terra, o Fim”* (Fer e Ma) com uma página e meia; *“Viagem para uma Nova Era”* (Gi e Da), com 4 páginas e meia; *“O Pesadelo que virou realidade”* (Hu e We) seis páginas. Todos os trabalhos entregues foram manuscritos.

O texto *“O Pesadelo que virou realidade”* (Hu e We) é bastante detalhista e até os astronautas, que são de diferentes países, possuem nomes característicos, por exemplo, o operário francês Nicolas Legrand ou a cientista russa Raja Mujanovick.

No primeiro parágrafo é possível observarmos como começa a história:

“O ano é o de 2099, Terra, EUA, as (às) 2:30 horas da madrugada, se vê saindo da base da aeronáutica do Distrito da Califórnia 10F11>A Black Jet (avião de caça norte-americano invisível ao radar inimigo devido suas formas materiais de sua tecnologia e principalmente por causa que sua superfície possui pequenos cones que desviam o sinal infra-vermelho do radar) o destino à grande mãe Rússia, a grande 3a. guerra mundial tinha seu início, era o começo do fim.”

Num momento posterior ao parágrafo acima quando falam *“eu vou contar como chegamos, nós a raça humana ao extremo de reduzir bilhões de pessoas a apenas seis seres humanos”*, colocam-se como um dos tripulantes da nave. Porém, ele foi escrito por um autor ausente, apenas um espectador (*eles fizeram, criaram*), que vai narrando a história dos seis tripulantes, sem parecer estar vivenciando a mesma.

Numa certa altura é dito que as algas levadas produziriam o oxigênio num ciclo

num ambiente fechado (como um grande terrário) construído por eles com os minérios encontrados no planeta, para que as atmosferas (de dentro do local e de fora) não se misturassem. As sementes plantadas com a água do planeta forneceriam o alimento. Por fim relata que dois tripulantes foram à Terra, mas nunca mais voltaram, deixando o benefício da dúvida para o leitor (segundo os autores): *“Será que eles foram capturados por aliens? Foram até a Terra, mas não conseguirão (conseguiram) voltar?”*

No outro texto *“Planeta Terra, o Fim”* (Fe e Ma) há no início um relato de como tudo foi destruído:

“Ano 2.000 uma catástrofe (catástrofe) ocorre é o início da 3a. Guerra Mundial e o fim do Planeta Terra. O homem com sua ambição acaba destruindo o mundo e a si mesmo através (através) de uma arma muito poderosa chamada bomba atômica.”

Depois dessa introdução, os autores começam a relatar as opções que fizeram para a viagem. A ênfase foi para as plantas, sementes e materiais para o cultivo desses vegetais, que iriam fazer fotossíntese produzindo oxigênio e alimento.

O texto termina com a possibilidade de todo mundo ser igual em termos econômicos, *“um mundo digno de cidadãos viverem.”*

O texto de Ju (sem título) começa relatando uma aventura:

“Essa é uma história ou melhor uma grande aventura que eu passei. Eu era um dos últimos sobreviventes do planeta Terra, e eu resolvi ir povoar para outro planeta e dependia de mim o futuro da espécie humana.”

Vai relatando o que levou na espaçonave, enfatizando as plantas, pois estas *“produzem oxigênio”*. Coloca que também levou *“sementes para plantar e fazer a colheita.”* Além disso, sem muitos detalhes conta que o pequeno planeta ficou cheio de árvores, animais e pessoas.

A última história, a *“Viagem para uma Nova Era”* (Gi e Da), tem o seguinte início:

“O planeta terra é um dos melhores pois é o único que tem frio e calor temperaturas diferentes, mas com a ganância do homem surgiu (surgiu) as revoltas e as guerras e com a 3a. Guerra Mundial o mundo se acabou, cada um queria mandar no pedaço da terra e na água, queriam mandar no que não é de ninguém.”

No texto há menção à teoria criacionista, a qual o início da humanidade se dá

através de um homem e uma mulher. É bom ressaltar que esse sentido criacionista foi provavelmente captado no início da letra da música (“minha pequena Eva”).

Também há a opção por levar plantas exóticas, roupas e animais que suportem o frio de Marte, planeta escolhido por elas, além das amigas e seus respectivos namorados.

Também há um desenho no texto que mostra a nave saindo da Terra e chegando ao novo planeta. Depois disso relata as ações e o tempo de espera para os animais se adaptarem ao frio, o namoro para a reprodução da espécie. Enfim justifica a importância dos itens que levou e como é estar num mundo desconhecido aos olhos humanos.

6.7.2– OS DIÁRIOS DE BORDO

Das escolhas pelos diários, foram elaborados 3 textos relativamente longos (uma média de 3 páginas cada) todos contendo o título “*Diário de bordo da espaçonave*”.

O primeiro desses diários, o de Bru e Ma, relata a impossibilidade de viver na Terra devido às explosões atômicas tornando a Terra inabitável. No segundo parágrafo está justificado que “*estamos levando algumas mudas de plantas (pois são as plantas que traz (trazem) o oxigênio) (oxigênio)*”. Rapidamente relatam que plantaram as mudas levadas ao novo planeta e lamentam a não sobrevivência das pessoas que ficaram na Terra.

O outro texto de En conta a história em doze dias, num intervalo de um mês (março de 2030).

Estou indecisa , o que devo levar para o novo planeta, vou levar uma muda de árvore pau-Brasil que foi a única que sobrou depois da guerra, vou levar também uma muda de margarida que ficava num jarro na minha janela. (En)

Ela se lembra de levar quase tudo de sua casa: família, gato, cachorro, namorado, passarinho, peixinho. Quer levar a TV, mas preocupa-se com a falta de energia (esquecendo-se de como captaria os canais), porém leva o “walkman”, fitas de música e pilhas. Um pouco como a arca de Noé, leva uma fêmea para cada animal que escolheu. Também leva mudas de plantas e muitas sementes de frutas e legumes. Ao chegar ao novo planeta desembarca, sem levantar a preocupação com o oxigênio.

O terceiro diário de Ga e Ra, começa a relatar como estão vivendo no planeta novo:

Aqui em nosso atual planeta (se assim, pode ser chamado habitat) estamos todos bem, apesar das dificuldades que encontramos para nos fixar por tempo indeterminado nessa terra tão

estranha e desconhecida para nós terráqueos. (parênteses dos alunos).

Depois dessa introdução, começam a relatar como foi o início de tudo o que aconteceu à Terra (cinco anos passados de 2016) e a preocupação no desenvolvimento de tecnologias que pudessem dar conta da construção de uma nave e a procura de um planeta aparentemente com condições favoráveis à vida humana. Colocam como restrições da nave, a possibilidade de levar somente nove toneladas e a preocupação com o carregamento de sementes para plantar, animais que pudessem fornecer o máximo de recursos, roupas de lã, reatores de energia e o máximo de recursos tecnológicos para poderem se adaptar ao planeta.

Após essas descrições contam os problemas de adaptação no planeta:

A luz chega ao solo decompostas (decomposta) então somente em determinados áreas algumas ondas chegam, tivemos que cultivar as plantações de plantas clorofiladas em áreas de ondas vermelhas ou violetas, para o processo da fotossíntese fosse mais preciso, tivemos que construir estufas pois a ausência de oxigênio não permitia o desenvolvimento das plantas, tivemos então que construir um sistema interligando os estábulos às estufas para que o CO₂ eliminado vá para as plantas e o O₂ das plantas aos animais. Tivemos que “infestar” os mares de algas, pois são as grandes produtoras de oxigênio, tivemos que adaptar através de variados processos os peixes para as águas daqui.

Também relatam outros melhoramentos, terminando com a preocupação deste planeta ter o mesmo fim da Terra ao “enchê-lo” de gente, os filhos mais inteligentes que destruíram o planeta.

6.7.3 – AS CARTAS

Em relação às duas cartas, uma delas foi endereçada a um amigo (Ern e Ad) e outra a um extraterrestre (She e Viv) com duas páginas cada. Esta última, a de She e Viv, ressalta quando a guerra teve início e como as pessoas tentaram se acalmar esquecendo-se de tudo, tentando se alienar. Também de uma forma um tanto superficial, é colocado que inúmeras naves transportaram as pessoas ao novo planeta e a boa recepção dos extraterrestres aos seres humanos. Não há nenhuma menção à fotossíntese.

Na outra carta as alunas começam a contar ao amigo, como foi quando chegaram ao planeta:

Lhe escrevo para contar-lhe a maior aventura que tive em minha vida. Aconteceu que ao chegarmos no novo planeta, reparamos que a temperatura era semelhante à da terra, água potável, uma atmosfera que decompunha à luz como um prisma, só que a (há) dos gravíssimos

problemas não à (há) oxigênio e também não à (há) nenhum ser vivo. (Ern, Ad)

Em seguida as autoras colocam que levaram oxigênio e alimentos, principalmente alimentos balanceados para não ficarem desnutridos. Porém, nesse período elas ressaltam que começaram a surgir pequenas gramíneas no solo que imaginaram infértil (como se só bastasse à presença do ser humano para as plantas surgirem).

6.7.4 – ALGUMAS CONCLUSÕES PRÉVIAS SOBRE A ESCRITA

Quase todos os textos foram desenvolvidos destacando o passado na Terra (os porquês da guerra e sua consequência), um tempo presente, ou seja, a viagem apontando o medo, a insegurança, as ações demandadas e finalmente o futuro, que quase sempre tinham um final feliz, baseado nas opções que fizeram para levar na viagem. Alguns ressaltaram uma sociedade nova que construíram sem violência, ganância e com igualdade (Ra e Ga; Fer e Mau), outros colocam apenas uma questão de adaptação ao novo mundo (She e Viv).

Com exceção do *“O Pesadelo que virou realidade”*, todos os outros aparecem como autores, fazendo uma narrativa em primeira pessoa do singular no início do texto ou do plural no restante, principalmente quando se falou em espécie humana. Consideramos que como o texto previa a narrativa de um só sujeito, colocando o estudante na posição de um dos últimos sobreviventes na Terra, houve um certo distúrbio ao escreve-lo em duplas já que a proposta do texto “gerador” era diferente, porém, acreditamos que esse trabalho possa ser desenvolvido em grupos de dois alunos, mas deve ser realizado em classe para que haja maior possibilidade de discussão entre os pares; nesse caso o texto precisaria de modificações.

Quase todos disseram que levariam plantas, para que estas pudessem realizar a fotossíntese (em cartas não colocaram essa questão, elas foram mais superficiais), principalmente para produzir oxigênio. Poucos foram detalhistas sobre o tipo de plantas, no caso de um planeta com muita água, (a opção pelas algas era importante como apontou Ga e Ra), e também o local do plantio (já que a atmosfera do planeta hipotético possuía a luz branca decomposta). Das muitas variáveis, apenas um texto (Ga e Ra) ressaltou o fato da atmosfera decompor a luz branca e eles serem obrigados a plantar os vegetais verdes (clorofilados), nos comprimentos de onda vermelho e violeta.

A grande diversidade de variáveis colocadas no texto (anexo VIII) sobre outros

aspectos que não os da fotossíntese pesou muito, já que era uma história “vivenciada” por eles. Aspectos pessoais, tais como: levar a família, namorado, animais de estimação, hábitos como ouvir música e ver TV foram mencionados em menor ou maior intensidade.

Outro “distúrbio” que percebemos foi em relação às cartas endereçadas a uma pessoa que não sabia o que havia acontecido à Terra. “Se todos os habitantes morreram para quem posso escrever?” Algumas perguntas nesse tom aconteceram no dia em que foi solicitada a atividade. Num dos textos, as alunas (She e Viv) optaram pela carta a um extraterrestre que vivia em outro planeta. A ausência de um leitor imaginário pode trazer alguma dificuldade ao estudante-escritor, mesmo que ele imagine em vários momentos que quem realmente vai ler será o professor.

Além disso, surgiram dúvidas sobre o que levar se tudo estava contaminado com a radioatividade das bombas atômicas liberadas durante a guerra. Mas com todas as críticas que ainda possam ser feitas, a abertura de um espaço relacionado ao seu cotidiano, possibilitou ouvir a “voz escrita” dos estudantes, de uma forma mais lúdica, o que normalmente não acontece na disciplina de ciências.

Rivard (1994) traz essa perspectiva em trabalhos com escrita, chamada de expressiva, que praticamente hibridiza o caderno do estudante ao seu diário pessoal, inclusive ressaltando algumas pesquisas que não obtiveram sucesso. Também aponta outro tipo de escrita, a expositiva, constando trabalhos onde os estudantes explicam fenômenos naturais cotidianos, entre outros, os quais têm demonstrado bons resultados como estratégias de ensino. Ainda traz trabalhos que combinaram esses dois tipos de escrita, a expositiva e expressiva. (p. 975). Por fim ressalta que a escrita expressiva não está ainda suficientemente entendida, apesar de parecer bastante útil no ensino de ciências como estratégia de ensino.

Não há menção no texto se em alguns desses estudos foi utilizada a análise do discurso. Em alguns deles, o autor relata o uso de pré-teste e pós-teste, grupo controle e ainda avaliações da performance dos estudantes, relacionadas às notas conseguidas, onde o principal objetivo é a “escrita para aprender ciências”.

Porém, pode-se questionar várias dessas pesquisas que se baseiam em resultados de testes de múltipla escolha, principalmente quando se trabalha a escrita, visando avaliar somente a construção dos conhecimentos relacionados à ciência... Não que

não pretendamos a aprendizagem de ciências, muito pelo contrário, ela é uma necessidade. Mas por outro lado, quando se faz um trabalho com a escrita “expressiva” (para usar a classificação que fez Rivard), não se pode esperar somente esse tipo de aprendizagem. Acreditamos que, além disso, o ensino da escrita precisa levar em conta o que está por trás das palavras, ou seja, a intertextualidade, as paráfrases e polissemias, os silêncios, entre outros.

Nas análises dos textos escritos foi possível perceber a potencialidade que tem esse tipo de atividade. Desde o primeiro momento em que notamos o entusiasmo dos professores e alunos quando leram o texto, ficou claro que este seria um caminho bastante diferente e extenso a ser perseguido nas pesquisas nessa disciplina.

Consideramos essa atividade apenas um ensaio da perspectiva que se pode abrir, quando fazemos uma conexão entre a escrita e leitura da forma como temos refletido em relação à história da ciência e aos textos originais dos cientistas. Ensaio, pois naquele momento final do ano letivo, não houve oportunidade para um aprofundamento dos textos escritos. Eles foram elaborados fora da sala de aula, não havendo tempo suficiente para uma posterior discussão. Também consideramos que as análises dos textos escritos pelos alunos desse ensaio podem ser um indicativo de futuras pesquisas que poderão aprofundar o funcionamento desse tipo de escrita, para um dia podermos trazer efetivamente hábitos de escrita dos estudantes para o ensino de ciências.

7 - SÍNTESE E CONCLUSÃO

“Antes de ouvir a música, só lendo o texto a gente aprende a parte teórica lendo eu aprendi o que é a fotossíntese, como a planta respira, se alimenta etc e tal. Já com a música é diferente Caetano Veloso mostra a parte poética de tudo isso, mas assim mesmo nos ensina aquilo que já havíamos lido. “Luz do sol, que a folha traga e traduz em verde novo”. Não precisa dizer mais nada, tá na cara...por mais que a gente saiba, sempre temos algo a aprender a respeito disso. Sempre devemos ver tudo com dois olhos, não só com um”.

Maria Elizabeth (8ª A)

Nós estabelecemos nesse trabalho que, quando consideramos a leitura como um processo, é preciso levar em conta as outras possíveis interpretações, pois ela só acontece durante a interação entre o sujeito e o texto, dependendo das condições de produção dessa leitura: quem é esse sujeito, quais são suas histórias de leituras, qual o conhecimento que já possui, quais as expectativas naquele momento, em relação ao professor, aos colegas, ao texto, enfim consideramos uma série de variáveis que constituem esse sujeito.

Em contrapartida, a leitura e a escrita no ensino de ciências, parecem ter uma tradição, estabelecida pela própria cultura escolar, de ser responsabilidade somente da área de ensino de Língua Portuguesa. Mesmo no campo da pesquisa em ensino de ciências, vimos que poucos são os trabalhos que têm se dedicado a estudar essas questões. Se o fazem, há quase sempre uma forte descontextualização sobre a vida da sala de aula ou da escola, priorizando apenas um avanço nas concepções científicas dos estudantes. Porém, tanto a leitura, quanto a escrita são peças fundamentais, amplamente utilizadas no ensino de ciências e merecem maior atenção.

Também ressaltamos a importância de conversar ciências e não simplesmente conversar sobre ela. Como a ciência está atrelada profundamente a sociedade, é nossa obrigação darmos acesso a esses conhecimentos produzidos pela ciência ao estudante. Ao entendê-la como um produto humano, que faz parte de nossa cultura, que possui limites e que está em construção, o estudante poderá participar das possíveis tomadas de decisões, entendendo que há possibilidades de interferência na história.

Baseados nesses pressupostos buscamos não somente o entendimento desses problemas, mas sim proposições que dessem conta, pelo menos em parte, da superação destes obstáculos, pois consideramos que essa é uma tarefa primordial para quem estuda o ensino de ciências.

Dessa forma, além de estabelecer uma linha de compreensão sobre os problemas observados relacionados principalmente à leitura, buscamos na prática abrir possibilidades de estabelecer estratégias de mediação da linguagem. A proposta de ensino possuía esta pretensão de não só identificar problemas, mas também propor e ampliar caminhos que dessem conta de nossas aspirações. O projeto Fapesp-Escola Pública, especificamente o sub-projeto de ciências do qual participamos, "Conhecimento nas ciências naturais: Ações Culturais" criou condições para que os professores e pesquisadores desenvolvessem propostas mais próximas à cultura escolar, sem perder o objetivo de ensinar ciências. A proposta de ensino procurou essa abordagem: ensinar ciências é ensinar o seu processo, é ensinar como chegamos a esse produto!

O tema fotossíntese foi de vital importância, não somente pela sua importância no estudo da natureza, mas também para entendermos e tentarmos superar as inúmeras dificuldades que os estudantes apresentavam em se apropriar desse complexo conhecimento. Em outras palavras buscamos entender um pouco a disciplinaridade da leitura, leituras sobre a fotossíntese...

Também buscamos um repensar curricular para a última série do ensino fundamental, que apesar das propostas de mudança curricular no estado de São Paulo, que ocorreram na última década, enfatizando a importância de um ensino mais interdisciplinar da ciência, focalizando os processos e não somente os produtos, encontramos o ensino da química e física nas oitavas séries, ainda fragmentado, bastante simplificado, um grande resumo do que se pode ver no ensino médio. As análises dos livros didáticos no capítulo quatro mostraram essa tendência quando abordamos o tema fotossíntese, presente nesses textos. Dessa forma, o próprio tema fotossíntese com uma abordagem buscando trabalhar a química, a física e a biologia integradamente foi um desafio nessa série. Além disso, a proposta de ensino trouxe alguns silêncios do currículo de ciências, como os conflitos e diferentes interpretações de um mesmo fenômeno dos séculos passados representando um certo avanço ao repensar curricular dessa série.

Ao levantarmos a necessidade de conversar ciências, o trabalho mostrou-nos evidências de como trazer os estudantes para o discurso da ciência.

Para podermos sintetizar essas análises referentes à proposta de ensino priorizamos quatro momentos, os quais foram assim definidos: **resgatando o conhecimento dos alunos; percebendo o significado das palavras na ciência; testando o texto; ligando, identificando e transferindo o discurso.**

7.1 - Resgatando o conhecimento dos alunos

Partindo do conhecimento dos estudantes buscamos ultrapassar os obstáculos de aprendizagem no ensino da fotossíntese, aproximando-os do discurso da ciência, da forma como a entendemos, como um produto da cultura humana ainda em construção.

Para ultrapassarmos esses obstáculos primeiramente era preciso observar quais eram esses obstáculos, qual o conhecimento que esses alunos traziam de suas histórias de leitura e quais as expectativas que possuíam sobre esse conhecimento a ser adquirido.

Os obstáculos epistemológicos ajudaram-nos a olhar o pensamento dos alunos, mas eles não foram entendidos por nós, como formas classificatórias de pensamento, pois havia trânsito entre eles. Associados a Análise de Discurso (AD) francesa, entendemos o quanto é importante conhecê-los sob o ponto de vista da linguagem, para propormos formas de deslocamentos desses pensamentos voltados ao ensino de ciências.

Através da noção de "Obstáculo Verbal" proposto por Bachelard e aliado a AD, foi possível entendermos que as mesmas palavras apresentam diferentes sentidos, muitas vezes entre os mesmos interlocutores e vice-versa, como foi o caso da palavra sociedade e luz. Também as análises do uso da palavra fotossíntese mostraram que há amplitudes diferentes, no entendimento do conceito mesmo que os sujeitos se percebam como completos diante desse conhecimento. Para vários estudantes, a fotossíntese significava respiração, energia, reprodução e mesmo metamorfose, pois há transformação. Havia uma explicação segura para o fenômeno. Esse obstáculo foi muito importante para entendermos como o uso de metáforas é inevitável quando se fala, pois ele faz parte do jogo da língua, assim como os equívocos. Porém, também enfatizamos como era necessário dizer do ponto de vista da ciência e não apenas detectar o obstáculo.

Com o obstáculo epistemológico "Pragmático", entendemos que os sujeitos diziam do ponto de vista humano, por exemplo, quando explicavam a "função" da fotossíntese como sendo "purificar o ar para os seres humanos", mostrando evidências do antropocentrismo. Porém, se o homem é o dono do discurso, ele não pode "dizer" do ponto de vista da natureza, pois a linguagem que conhecemos é construída pelo homem. O discurso é do homem! Para podermos "ultrapassar" esse obstáculo, foi necessário sabermos de sua existência e porque era tão poderoso. Só dessa forma, explicitando-o, pudemos chegar a proposições que dessem conta de sua superação. Exemplos dessas proposições puderam ser encontradas, quando utilizamos contradições, junto às experiências e pensamentos que os alunos tinham frente à ciência. Por exemplo, no caso do terrário, ao colocarem uma plantinha completamente fechada num vidro, relacionavam a fotossíntese com sua própria respiração, mas ao ver que esta sobrevivia, hipóteses foram formuladas e houve deslocamento no pensamento, mais próximo à ciência.

Em outra atividade - a do amido - também capturamos o obstáculo "Experiência Primeira". A partir de experiências demasiado superficiais havia conclusões sobre o imediato, pois não havia ainda sido estabelecida uma reflexão maior sobre o assunto. No caso, a origem do amido foi explicada a princípio por vários alunos, como sendo proveniente do solo, devido à proximidade do mesmo às raízes ricas em amido. Sabendo da existência desse obstáculo, contradições sobre esse pensar foram importantes para a tentativa de superá-lo, por exemplo, quando no teste de iodo, não encontramos amido no solo e solicitamos que eles refletissem sobre esse assunto.

A noção de outro obstáculo epistemológico "Conhecimento Geral", ajudou-nos a detectar um dos maiores desafios: a sensação do já sabido. Essa sensação de completude levava a falta da necessidade de aprofundamento - "Fotossíntese eu já sei"! A AD nos fez entender a sua importância dentro da linguagem e a necessidade dessa percepção pelos sujeitos: sempre há incompletude. Mostrar como havia lacunas em nosso conhecimento e refletir sobre elas, por exemplo, quando questionamos qual o comprimento de onda utilizado (se o verde estava sendo refletido), foi importante para que os alunos entendessem que ninguém tem o domínio total do que diz.

Essa prioridade na desconstrução do (des)-conhecimento sobre seus próprios limites de saber revelou-se um importante papel no ensino de ciências.

7.2 - Percebendo o significado das palavras na ciência

Entendermos o contexto em que viviam os estudantes e levantarmos aspectos que remontassem às suas histórias de leitura, puderam-nos indicar certas previsibilidades das leituras de mundo dos estudantes. Esses intervenientes foram os primeiros passos para identificarmos para onde devíamos caminhar, principalmente no sentido de enfatizar os novos e significativos usos das palavras na ciência.

E por que isso era tão importante?

A princípio, podemos dizer que o homem precisa da ciência para significar-se. Ela representa construções teóricas e práticas, que o homem vem fazendo ao longo de milênios. Para tanto, a disciplina de ciências vem a reboque e é de extrema importância, para entendermos o mundo em que vivemos. Nesse caso, há sempre a necessidade de se apropriar desse discurso e de conversar ciências. De forma alguma podemos banalizar esse discurso.

Porém, é comum o pensamento de que, para se apropriar desse discurso, basta saber os conceitos, sem o conhecimento de como foi esse processo. O resultado é um verbalismo vazio, que cria um distanciamento entre os saberes dos alunos e os da ciência. Como afirma Vygotsky (1989) o ensino direto de conceitos é infrutífero.

O aprofundamento dos sentidos da palavra na ciência passa pela linguagem e ela não é transparente. A linguagem é determinada pela exterioridade, ou seja, pela memória discursiva dos sujeitos e pela intertextualidade - as palavras “conversam com as outras”.

A ciência no diálogo não é só um problema de vocabulário, nem é somente uma questão de definição de termos técnicos. Quanto mais se fala sobre o produto da ciência, maior é a distância dos processos da ciência e, conseqüentemente maior a distância do aprendizado em ciências, pois não há os equívocos, os conflitos, a curiosidade, as dificuldades, próprios da história da humanidade e do fazer ciência.

O diálogo triádico, como mostrou Lemke (1993), limita o diálogo com os estudantes, direcionando demasiadamente para as questões que o professor acha importante, fechando alguns espaços de questionamentos e dúvidas que possam ter os alunos.

Em nossas análises encontramos momentos de conversar ciências, quando instigamos a fala da ciência, usando a intertextualidade: fazendo pontes com outros conhecimentos; quebrando o estilo científico; promovendo rupturas ou *breaks* (Lemke, 1993), como aconteceram inúmeras vezes, com frases que inserimos durante nossas aulas sobre algo do passado, memórias, algo pessoal, algo da TV enfim algo que chamou a atenção dos alunos.

Também ao percebermos que os estudantes possuíam hábitos alternativos de escrita, propusemos algumas estratégias que pudessem trazer esses hábitos para o ensino de ciências, causando *breaks* com a linguagem científica. Essas análises demonstraram como precisamos dar mais atenção aos *breaks*, para que possamos iniciar e aprofundar o diálogo e conversar ciências.

Encorajar os estudantes a conversar ciências uns com os outros em sala de aula, sendo tolerantes quanto ao silêncio na medida do possível num grupo grande e também em pequenos grupos e/ou no laboratório, desafiando-os com questões e investigações, podem ser momentos preciosos para criar situações de aprendizagem, exercitando o falar ciência. Por isso conhecer o que pensam é tão importante! É um ponto de partida e de chegada constante.

7.3 - Testando o texto

Em textos de ensino de ciências, muitas vezes encontramos uma linguagem pedagogicamente higienizada, com ausência de conflitos e um exagerado consenso sobre os produtos da ciência. As análises dos livros didáticos mostraram com certa profundidade como funciona essa linguagem supostamente “neutra”.

Um dos textos mais importantes da proposta de ensino tinha a pretensão de se opor a esses resultados. Trazendo propositadamente a voz do cientista, não só por considerarmos importante esse “contato” do estudante com pesquisadores de séculos

passados, sem o professor intermediar diretamente o discurso, mas também pela própria forma desse discurso apresentado em séculos passados (os cientistas escreviam em primeira pessoa do singular) e pelo fato dos estudantes apresentarem hábitos alternativos de escrita.

Os textos dos séculos Dezesete e Dezoito apresentados muitas vezes em forma de cartas e/ou relatórios de experimentos (Priestley e van Helmont, consecutivamente como vimos em alguns trechos do anexo I e VI), eram muitas vezes os próprios artigos científicos. Atkinson (1999) faz uma importante análise da *Philosophical Transactions of Royal Society of London* (PTRSL), entre 1675 e 1975, apontando como o homem vai se ausentando da autoria dos artigos científicos e como a sequência “Introdução, metodologia, resultados e discussão” vai tomando conta do discurso científico. Essa ausência do homem também foi observada nos livros didáticos analisados.

Como a legibilidade do texto depende da interação com o leitor, aquilo que é relevante num tipo de discurso pode não ser para outro. Por isso, entender o funcionamento do texto é tão importante e necessário no ensino de ciências. Nas análises das falas dos alunos sobre a leitura de um texto (anexo VI), evidenciamos que ler van Helmont no século XVII e no final do século XX exige o entendimento de que ao mesmo tempo em que a história muda ela também permanece. Como autor, van Helmont pretendia esclarecer aos seus pares que havia encontrado uma explicação contrária à de Aristóteles. Porém o sentido mudou, quando os estudantes leram o mesmo texto nesse século, pois outros sentidos ganharam outros estatutos de dominância, como por exemplo, van Helmont pensava de uma forma e não sabia o que sabemos agora, portanto a ciência muda... Podemos através desses textos, mostrar um certo movimento na ciência e com erros dos pesquisadores, indicar algum sentido da ciência como algo humano, portanto falível.

Textos nos quais há possibilidades de ouvir a voz do cientista, podem trazer uma perspectiva diferente ao ensino de ciências. As análises evidenciaram, que textos dessa natureza podem ser boas opções para formarmos pontes entre a linguagem comum e a linguagem científica. Também o uso de questões mais abertas, sem muita indução, permite outra elaboração do dizer e determinam em parte, como essas leituras serão realizadas (Almeida, 1998). A partir daí, podemos fazer leituras sobre essas leituras, que

podem nos revelar opções, prioridades e repetições, novamente num movimento contínuo entre um ponto de partida e um ponto de chegada.

Ressalvas sobre os desenhos e conhecimentos ultrapassados, também foram apontadas e podem ser úteis para quem quer aprofundar essas questões sobre as previsibilidades das leituras.

Enfim, é bom lembrar que somente textos diferenciados, **não** garantem leituras diferenciadas e que provoquem deslocamentos. O assunto exige maior aprofundamento, tanto das análises de textos dessa natureza, quanto do seu funcionamento em salas de ciências.

7.4 - Ligando, identificando e transferindo o discurso

Entre as oportunidades de aprendizagem, encontramos evidências de uma convergência desejada, entre a linguagem comum e a linguagem científica.

Como pensávamos em estabelecer estratégias de mediação da linguagem, a leitura de trechos originais dos cientistas, associados à experimentação, colocando conflitos da história da ciência ou do seu próprio pensar, foram fundamentais para que os estudantes percebessem seus próprios erros através dos erros de outros, que representavam a própria ciência. Textos em que aparecem apenas datas e nomes, ou mesmo fatos localizados, não dão a noção de temporalidade. É preciso expandir essa noção com outras evidências. A proposta de **ouvir a voz do próprio cientista**, buscou aprofundar essa articulação entre as linguagens (a coloquial e a da ciência) produzindo um efeito mais pessoal na linguagem científica.

Além disso, as análises das repetições dos estudantes também evidenciaram uma certa noção de incompletude, em relação aos limites do seu próprio conhecimento, aos limites do conhecimento sobre a natureza, aos limites do tempo. Isso propiciou aos alunos, deslocamentos de sentidos próximos aos científicos - da fotossíntese como um conhecimento incompleto sobre um fenômeno, além da percepção da ciência como um processo, apreendendo a sensação de que ainda se tem coisas a aprender.

Por considerarmos que a criança só se assume como autora, no momento em que ela consegue vislumbrar um fecho, a proposta de um trabalho com uma escrita mais

lúdica serviu não somente como uma forma de identificarmos até que ponto os alunos transferiram esse discurso da ciência, avaliando de certa forma até onde chegamos, mas também pudemos entendê-la como uma escrita para aprender, uma escrita que organiza o pensamento. Em nosso caso, o fecho foi o estilo diferenciado dos textos científicos. A empolgação que encontramos no trabalho com uma escrita mais lúdica, quando os alunos "continuaram" a história sobre uma hipotética guerra nuclear, também indicou um caminho a seguir, conforme alguns pressupostos de trazer a alegria para a escola (Snyders, 1988). Sem dúvida, esse tema merece um maior atenção e aprofundamento.

Também o estudo sobre escrita e leitura, poderá ser mais aprofundado focando em algumas seletividades, destacando como possível delimitação, por exemplo, o grupo de meninas presentes na sala de aula, já que em nossas observações e na literatura esse grupo é apontado como indivíduos que geralmente gostam de escrever, mais que os meninos (Rivard, 1994). Segundo o mesmo autor, essa pode ser uma estratégia para trazer as meninas para a área da ciência, que segundo outras fontes (Haggerty, 1991), têm demonstrado atitudes menos positivas para estudar ciências, devido as repetidas falhas e muitas frustrações ao longo de sua formação. Porém, há que se lembrar da importância de se levar em conta o contexto, ainda mais quando se seleciona um grupo.

Enfim, os trabalhos com a escrita e leitura desenvolvidos em parcerias entre a universidade e a escola, devem fazer parte de qualquer programa de formação continuada de professores. Esse trabalho mostrou que isso é possível, pois além da necessidade de trabalhos na área de pesquisa, somadas as nossas dificuldades quando ensinamos ciências, também é um excelente tema para trabalhos em conjunto.

Como diz Orlandi (1988), a leitura não é uma questão de tudo ou nada, é uma questão de processo. A leitura dessa proposta de ensino, não irá garantir sua imediata, ou melhor, sua desejada percepção ou repetição histórica. Nem garantirá os mesmos resultados que obtivemos em nossa aplicação. Se considerarmos que as leituras são diferentes, não devemos raciocinar que a simples aplicação da proposta garanta a mesma história. Isso não é possível! Provavelmente esse é um dos motivos, que explicam porque excelentes propostas de ensino nunca vingaram... Entre outros problemas é preciso contextualizar: quem são os sujeitos, o local, o momento histórico e suas diferentes interpretações.

A proposta de ensino fez parte de um momento que vivenciamos e repensamos. E esse momento nem é resposta para todas as questões pertinentes que levantamos e nem de longe possuíamos essa pretensão. Consideramos sim, que houve avanços em diversas direções e essas, podem ser tendências a seguir. Um trabalho mais específico voltado a leitura de originais dos cientistas dos séculos passados, aprofundando essa convergência entre a história de vida dos estudantes e a história da ciência, pode ser um caminho.

Todo esse trabalho, não garante mudanças radicais no sistema de ensino. Mas como diz Lemke (1993) *as mudanças começam quando pessoas decidem fazer coisas diferentes. Se todos nós, em cada instituição da sociedade esperássemos por mudanças sociais, talvez esperássemos para sempre.*

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M.J.P.M. O texto escrito na educação em física: Enfoque na divulgação científica, in Almeida, M.J.P.M; Silva, H.C. (org.) **Linguagens, Leituras e Ensino Da Ciência**. Campinas: ALB/ Mercado de Letras, 1998.
- Almeida, M.J.P.M. & Souza, S.C. Possibilidades, Equívocos e Limites no trabalho do professor/pesquisador-Enfoque em ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências** – UFRGS, 1996.
- Almeida, M. J. P. M. - Mediation by texts and teacher,s representation in physics education. In BERNARDINI, C. *et al.* (editores) - **Thinking Physics for Teaching**. New York: Plenum Press, p. 413-418, 1995.
- Almeida, M. J. P. M.; Silva, H. C. - Noções auxiliares na compreensão do fazer pedagógico. **Educação & Sociedade**, n^o: 47, abril, p. 97-105, 1994.
- Almeida, M.J.P.M.de & Ricon, A. E. - Divulgação Científica e Texto Literário - Uma Perspectiva Cultural em Aulas de Física. **Cad. Catarinense de Ensino de Física**, vol. 10, n^o 1: p.7-13. Abril, 1993.
- Amorin, A. C. & Braúna, R.C. A. Construindo uma metodologia para o ensino da fotossíntese. **V Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: FEUSP, 1995.
- André, M.E.D.A. A pesquisa no cotidiano escolar, in Fazenda, I.(org.) **Metodologia da Pesquisa Educacional**. São Paulo: Cortez Editora, 1989, 33-45.
- Apple, M,W. & Oliver, A. Indo para a direita - a educação e a formação de movimentos conservadores in Gentili, P. (org.) **Pedagogia da exclusão**. Petrópolis: Vozes, 1995, pp 271-303.
- Apple, M,W. **Educação e Poder**. Porto Alegre: Artes Médicas, 55-107, 1985.
- _____. **Ideologia e Currículo**. São Paulo, Ed. Brasiliense, 9-42 e 125-157, 1982.
- Asimov, I. **Vida e Energia** São Paulo: Bestseller Importadora de Livros S.A., 1965.
- Atkinson, D. Scientific Discourse in Sociohistorical Context. *Philosophical Transactions of the Royal Society of Lonfon*, 1675-1975. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1999
- Authier, J. La mise en scène de la communication dans des discours de vulgarisation

- scientifique. **Langue Françoise no. 53** - p. 34-47, 1982.
- Bakhtin, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo, Hucitec, 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, aprendizaje Visor, 1984.
- Biologia (Biological Sciences Curriculum Study - BSCS) Parte I cap. 09** (versão azul) – S.Paulo, Edart, 1970.
- Bizzo, N.M.V. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciências. **Ciência Hoje n^o. 121 - vol. 20**, 1994.
- Bourdieu, P. & Passeron, J.S. "Eliminação e seleção" in **A reprodução: elementos para uma teoria de ensino**. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1975, 151-185.
- Candella, A. Demonstrations and Problem-Solving Exercises in School Science: Their Transformations within the Mexican Elementary School Classroom. **Science Education**, p. 497-513, 1997.
- _____ La innovación en las cuatro áreas básicas. In Rockwell, E. (coord.) **Investigación Básica e Innovación Didáctica: el nuevo manual del instructor comunitario, dialogar y descubrir**. México, 1996.
- _____ Consensus Construction as a Collective Task in Mexican Science Classes. **Antropology & Education Quarterly Vol 26(4):458-474**, 1995.
- _____ Investigación Básica e innovación didáctica: el nuevo manual del instructor comunitario.(1996) In **Memorias del Primer Encuentro de Innovaciones en Educación Básica**. México, Centro de Estudios Educativos-Esfinge, pp. 359-372, 1991.
- Carvalho, A.M.P. – O Uso do Vídeo na Tomada de Dados: Pesquisando o Desenvolvimento do Ensino em Sala de Aula. **Revista Pro-Posições vol.17, n^o 1[19]**, 5-13, 1996.
- Castellani, B. R. & Gardel, M. Fotossíntese: Uma Abordagem Histórica. **TV ESCOLA Ensino à Distância, Programa 98**. São Paulo: 1994.
- Chalmers, A. F. - **O que é ciência afinal?** São Paulo, Ed. Brasiliense, 1993.

- Delizoicov, N.C. **O professor de ciências e o livro didático (no ensino de programas de saúde)**. Dissertação de Mestrado, U.F.S.C., 1995 *apud* Bizzo, N.M.V. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciências. **Ciência Hoje** n^o. 121 - vol. 20, 1994.
- Eisen, Y. & Stavy, R. Student's understanding of Photosynthesis. **The American Biology Teacher**, vol. 50, no. 4, 1988.
- Enguita, M.F. **A face oculta da escola**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.
- Ezpeleta, J. & Rockwell, E. -A escola: relato de um processo inacabado de construção. In **Pesquisa Participante**. São Paulo: Cortez, 1989.
- Física (Physical Science Study Committee - PSSC) Parte II cap. 11** –São Paulo, Edart, 1972.
- Fracalanza, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil**. Tese de doutorado FE-Unicamp, 1992.
- Freire, P. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez, 1991.
- Freitas, L.C. A dialética da eliminação no processo seletivo. **Educação & Sociedade**, 39, Campinas: Papirus, 1991. pp. 265-285.
- Geraldi, J. W. Prática da leitura de textos na escola. **Revista Leitura: Teoria e Prática**, 3, Campinas, 1984.
- Giroux, H. **Teoria crítica e resistência em educação**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1983.
- Góes, M. C. A Participação do Outro Nos Processos de Significação da Criança. **Temas em Psicologia**, 1(1), 2-5, 1993.
- Good, R. Note from former Editor. **Journal of Research in Science Teaching**. vol 31, n^o 09, 1994.
- Green, J.L & Meyer, L.A. The embeddedness of reading in classroom life: Reading as a situated process. In C.Baker & A. Luke (Eds.), **Toward a critical sociology of reading pedagogy** (pp.141-160). Amsterdam: John Benjamins (1991).
- 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.
- Haggerty, S.M. Gender and school science: Achievement and participation in Canada. **Alberta Journal of Educational Research**, 37, 195-208, 1991.

- 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.
- Holliday, W.G.; Yore, L.D. & Alverman, D. E. The reading-Science Learning-Writing Connection: Breakthroughs, Barriers, and Promises. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 31, n^o. 9, pp. 877-893, 1994.
- Jacob, F. **A lógica da vida - Uma história da hereditariedade**. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1983.
- Journal of Research in Science Teaching**, "The Reading - Science Learning - Writing Connection", vol. 31, n^o. 9, 1994.
- Kawamura, R. Disciplinaridade, sim!. **Jornal Ciência & Ensino**, 2. Campinas: FE-Unicamp, 1997.
- Kelly, G.& Green, J. The social nature of knowing: Toward a sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction. In B. Guzzetti & C.Hynd (Eds) **Perspectives on conceptual change: Multiple ways to understand knowing and learning in a complex world** (pp. 145-181).Mahwah,NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.
- Kelly G. & Chen, C. The sounds of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. **Science as sociocultural practices**, 1999
- Lefebvre, H. **Lógica forma/Lógica dialética**. Rio de Janeiro: civilização brasileira, 1975.
- Lemke, J. L. **Talking Science: Language, Learning and Values**. Ablex Publishing Corporation. Norwood, New Jersey, 1993.
- Lemke,J L. **The Missing Context in Science Education**. This paper was presented at a multi-disciplinary symposium "In Search of Inquiry" at AERA, Atlanta, GA (April 1992). Arlington VA: ERIC Documents Service (ED 363 511), 1994.
- Lüdke, M. & André, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 1986.
- Lumpe, A.T & Staver, J.R. Peer Collaboration and Concept Development: Learning about photosynthesis. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 32, n^o 1, pp. 71-98, 1995.

- Mattheus, M. R. Constructivism and empiricism: an incomplete divorce. **Review of Educational Research**, 22: 299-307, 1992.
- Millar, R. Constructive criticisms. **International Journal of Science Education**, 11(5): 242-249. 1989.
- Mohr, A **A saúde na escola: análise de livros didáticos de 1a. a 4a. séries**. Dissertação de Mestrado. FGV, 1994. *apud* Bizzo, N.M.V. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciências. **Ciência Hoje nº 121 - vol. 20**, 1994.
- Mortimer, E. F.- Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciência: para onde vamos? **Caderno de Textos - 3ª Escola de Verão de Prática de Ensino - FEUSP**. Serra Negra, SP, p.56-74, 1994. (Lemke, 1991; Almeida, 1995; Moje, 1995; Kelly & Green, 1997; Mortimer *et al*, 1999; Kelly & Chen, 1999).
- Mortimer, E.F.; Chagas, A. N.& Alvarenga, V.T. Linguagem Científica versus Linguagem Comum nas respostas escritas de vestibulandos. **Revista Investigações em Ensino de Ciências** – UFRGS, 1999.
- Moreira, A. F. B. - **Currículos e programas no Brasil**. Campinas, SP: Papirus, 1990.
- Nash, L.K. **Plants and Atmosphere** - Harvard Case Histories in Experimental Science. Vol.II .Cambridge: Harvard University Press, 1957.
- Odum, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985.
- Oliveira, M.K. **Vygotsky - Aprendizado e desenvolvimento - Um processo histórico**. São Paulo: Editora Scipione, 1993.
- O'Loughin, M. Rethinking Science Education: Beyond Piagetian Constructivism Toward a Sociocultural Model of Teaching and Learning, **Journal of Research in Science Teaching**, 29, no. 8, pp. 791-820, 1992.
- Orlandi, E. P. Paráfrase e Polissemia – A Fluidez nos Limites do Simbólico. **Rua**, 4: 9-19. 1998.
- _____ **A linguagem e seu funcionamento**. São Paulo: Pontes (4a. ed), 1996a.
- _____ O Discurso da Educação Ambiental. *In* Trajber, R. & Manzochi, L.H. (org.) **Avaliando a Educação Ambiental no Brasil: Materiais Impressos**. São Paulo, Ed. Gaia, 1996b.
- Orlandi, E. P. **Interpretação. Autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico**.

- Petrópolis, Vozes, 1996c.
- _____. **As formas do silêncio**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1995.
- _____. **Discurso e leitura**. Campinas: Cortez, 1988.
- _____. As Histórias das Leituras. **Revista Leitura: Teoria e Prática**. São Paulo: FE-Unicamp, 1984.
- Palma, M.L.C. Produção do Texto. **Revista Leitura: Teoria e prática**. São Paulo: FE-Unicamp, 1984.
- Pêcheux, M. **O Discurso**. Campinas: Pontes, 1993.
- _____. **Por uma análise automática do discurso**. Campinas, Ed. da Unicamp, 1990
- Prado, S. N. V.- **Relatório de atividades do Projeto: Mediação do conteúdo físico. Relação entre o funcionamento de textos e representações do professor**. Curso de Pedagogia, FE-Unicamp, 1994.
- Prain, V. ; Hand, B. & Kay S. Writing for Learning in Physics. **The Physics Teacher**. Vol. 35, jan. 1997.
- Ricklefs, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 1996.
- Ricon, A. E. & Almeida, M.J.P.M.de - Ensino da Física e Leitura. **Leitura, teoria e prática** 10(18):7-16, 1991.
- Rivard, L.P. A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. **Journal of Research in Science Teaching** Vol. 31, no. 9, pp 969-983, 1994.
- Santa Barbara Classroom Group. (Dixon, C.; De la Cruz, E.; Green, J.; Lin, L.& Brandts,L.) Do you see what we see? The referential and intertextual nature of classroom life. **Journal of Classroom Interaction**. 27 (2), pp. 29-36, 1992.
- Santos, M.E.V.M. **Mudança Conceptual na sala de aula**. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.
- SÃO PAULO (Estado) Secretaria de Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Ciências e Programas de Saúde**. 1984, módulo 18.
- Saviani, D. Escola e Democracia – Para além da curvatura da vara. **ANDES**, ano 1, nº 3, 1982.
- Silva, H. C. **Como, quando e o quê se lê em aulas de física no ensino médio**. Dissertação de mestrado, FE - Unicamp, 1997.

- Simpson, M. & Arnold, B. Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level. **Journal of Biological Education**, 16 (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**, 25, no. 5, pp. 361-374, 1988.
- Smolka, A. L. A Prática Discursiva na Sala de Aula. **Cadernos CEDES**, 24, 1991.
- Snyders, G. Entrevista **Revista Idéias - A Didática e a Escola de 1o. grau**, 1991.
- _____. **A alegria na escola**. São Paulo: Ed. Manole Ltda., 1988.
- _____. **Para onde vão as pedagogias não diretivas?** Lisboa: Ed. Moraes, 1978, 309-365.
- Souza, S. C. **Releituras de textos didáticos de ciências para o ensino de adultos**. Texto Mimeografado, 1996.
- _____. Supletivo individualizado: Possibilidades, Equívocos e Limites no Ensino de Ciências. **Revista Trajetos**, vol.2 no.3(4), junho 1995a.
- _____. **Supletivo individualizado: Possibilidades, Equívocos e Limites no Ensino de Ciências**. Dissertação de Mestrado, FE-Unicamp, 1995b.
- Stake, Robert E. Estudos de Caso em Pesquisa e Avaliação Educacional. **Revista Educação e Seleção**, v. 7, 5-14, 1983a .
- _____. Pesquisa Qualitativa/Naturalística – Problemas Epistemológicos. **Revista Educação e Seleção**, v. 7, 19-27, 1983b .
- Stefani, A; Schein, G. L. G. & Carvalho, V. **P. BIOLOGIA EXPERIMENTAL**. Porto Alegre, FDRH/PROCIRS, 1988.
- Tunes, E. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. **Cadernos CEDES no 35**. Campinas, SP: Papirus, 1995, p. 29-49.
- Vygotsky, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1993.
- _____. **A formação social da mente**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 1989.
- _____. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar, in Vygotsky, L.S. Luria, A.R. & Leontiev, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ed. Ícone - Ed. Usp, 114-117, 1988.
- Wandersee, J. H. Ways Students Read Texts. **Journal of Research in Science Teaching**,

vol. 25, pp. 69-84, no. 01, 1988.

_____ **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 23, pp. 591-597, 1986.

_____ Can the History of Science help Science Educators anticipate student's misconceptions? **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 23, no. 7, pp. 581-597, 1985.

Whatley, J. M. & Whatley, F.R. **A luz e a vida das plantas – Vol. 30**. São Paulo, E.P.U.: Ed. da USP, 1982.

FOTOSSÍNTESE: A HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DE UM CONHECIMENTO

SUZANI CASSIANI DE SOUZA

ÍNDICE

1.	TERRA: “PLANETA ÁGUA?”	i
2.	A FOTOSSÍNTESE	vi
3.	A PLANTA SE “ALIMENTA” DO SOLO?.....	vii
4.	A ÁGUA SE TRANSFORMA EM MADEIRA?.....	viii
5.	TEM MAIS “COISA” NO AR.....	x
6.	QUEM REPARA OS “DANOS” CAUSADOS PELOS ANIMAIS NA ATMOSFERA?	xiii
7.	AS PLANTAS TAMBÉM RESPIRAM.....	xviii
8.	COM ESSAS CONCLUSÕES OUTRAS PERGUNTAS APARECEM.....	xxi
9.	SERÁ QUE ARISTÓTELES ESTAVA COM A RAZÃO?.....	xxiv
10.	O CONHECIMENTO CIENTÍFICO É UMA SUCESSÃO DE ERROS E ACERTOS	xxv
11.	FAZENDO UM PARÊNTESE SOBRE A NATUREZA DA LUZ.....	xxviii
12.	“ILUMINANDO” O FENÔMENO	xxxii
13.	A FUNÇÃO DA CLOROFILA NÃO É DAR COR VERDE ÀS PLANTAS!!!	xxxv
14.	O QUE O SABÃO EM PÓ QUE LIMPA MAIS BRANCO TEM A VER COM A FOTOSSÍNTESE	xxxvii
15.	FOTOSSÍNTESE NÃO É UM FENÔMENO SIMPLES: NA VERDADE PODERÍAMOS DIZER QUE SÃO DOIS FENÔMENOS	xxxviii
16.	<i>“O drama da vida então é encenado contra as cascatas de energia solar”</i> . (Asimov, p. 485).....	xli
17.	BIBLIOGRAFIA.....	xlvi

FOTOSSÍNTESE: A HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO DE UM CONHECIMENTO¹

SUZANI CASSIANI DE SOUZA

1 – TERRA: “PLANETA ÁGUA”?

Segundo Odum (1983), um ecossistema é *“qualquer unidade que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (...) interagindo num ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais (os minerais, o nitrogênio, os compostos carbônicos, a água) entre as partes vivas e não-vivas”*. Um ecossistema é uma unidade auto-suficiente, podendo ser por exemplo, muito pequeno como é o caso de uma poça d’água doce, ou muito grande como o Oceano Índico. Só há um requisito básico para a existência do ecossistema - o suprimento constante de energia.

A fonte básica dessa energia é a luz solar captada pelos vegetais no processo da Fotossíntese. Como um dos fenômenos de maior importância para a vida no planeta, a **fotossíntese só é possível porque alguns organismos – principalmente os vegetais - conseguem usar a energia luminosa para formar compostos orgânicos**. Portanto para haver vida, é necessário uma grande interação entre o ambiente não vivo e os organismos nele existentes.

Com exceção de alguns microrganismos, os vegetais são responsáveis diretos pela produção de oxigênio e pela fabricação de alimentos em qualquer ecossistema, através de compostos simples como a água (H₂O) e o dióxido de carbono (CO₂). Vale lembrar que quando falamos sobre a produção de oxigênio da Terra pelos vegetais, estamos nos referindo principalmente às algas marinhas que produzem cerca de 70% do oxigênio (O₂), presente na atmosfera, o qual os seres vivos utilizam para sua respiração. É comum as pessoas pensarem que a Amazônia é o “pulmão” do mundo, mas é fácil repensar essa idéia quando consideramos que em uma floresta que atingiu o seu pleno desenvolvimento (clímax) a produção do excesso de oxigênio é praticamente utilizada pelos organismos que

¹ Este texto foi composto com a consulta e adaptação de textos de divulgação científica, textos didáticos e originais científicos que se mostraram significativos para esta proposta. O trabalho teve apoio do CNPq.

se encontram na própria floresta. Além disso, há muito mais condições de sobrevivência para os vegetais (como luz, calor e água) no oceano, rios e lagos, do que em ecossistemas como os desertos ou nos pólos. Aliás, a luz na água do oceano chega a atingir até 200 metros, possibilitando que a fotossíntese ocorra até essa profundidade.

Os vegetais são também chamados de produtores. Essa denominação deriva de uma classificação tradicionalmente feita baseada em trocas energéticas entre os seres vivos, que se dão através da competição pela energia química que está nas moléculas dos alimentos. Dessa forma, produtores em sua maioria, são os vegetais que produzem o alimento, consumidores são os animais (além de outros reinos), que como o próprio nome já diz consomem os alimentos e os decompositores são os seres capazes de decompor os organismos mortos ou seus restos. Estes últimos participam da reciclagem da matéria, pois transformam as substâncias orgânicas em inorgânicas em forma disponível aos produtores. Portanto todas as substâncias retiradas do solo, da água ou do ar pelos produtores para a elaboração de compostos, são repassadas aos consumidores e posteriormente devolvidas ao ambiente abiótico, onde ocasionalmente voltam a fazer parte novamente dos organismos vivos através do processo da fotossíntese, fechando o ciclo da matéria através de produtor-consumidor-decompositor-produtor e assim por diante.

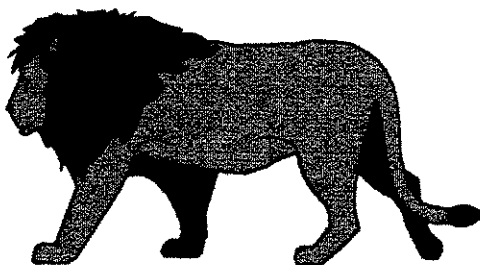
Quando olhamos o ciclo da matéria, é maravilhoso imaginarmos o minúsculo universo dos átomos, se pensarmos na “viagem” que hipotéticos átomos de ferro, por exemplo, podem fazer quando eles são expelidos por um vulcão. Essa lava do vulcão se resfria, “vira” rocha e com o passar de milhares de anos essa mesma rocha (com os mesmos átomos de ferro), se decompõe e vira solo. Os vegetais (semeados pelos pássaros, vento, água, além de outros mecanismos de dispersão de sementes) que se desenvolverão nesse solo, absorverão os átomos de ferro que poderão vir a fazer parte do cloroplasto onde ocorrerá a fotossíntese. Ao comermos esse vegetal que se utilizou dos átomos de ferro, as moléculas serão transformadas na digestão e os mesmos átomos de ferro, poderão fazer parte de nossas moléculas de hemoglobina que estão no sangue transportando os gases (oxigênio para as células, gás carbônico para fora do organismo). Quando morremos, esses mesmos átomos de ferro voltarão para o solo, através dos seres decompositores (como fungos e bactérias) e serão novamente utilizados pelos vegetais, assim perpetuando o ciclo da matéria.

Existe competição em todos os níveis de qualquer ecossistema. Por exemplo, numa floresta as plantas competem pela luz solar disponível e pelos minerais existentes no solo. Os insetos por sua vez competem pelas plantas e os pássaros predadores, por exemplo, também competem entre eles pelos insetos e assim sucessivamente. Incontáveis formas de competição intra e interespecífica são possíveis e nada mais são do que simples tentativas de obtenção de energia.

Calcula-se que 10 quilogramas de alimento digerido são gastos para formar um quilograma de tecido vivo. Para exemplificar, consideremos um leão que se alimenta de bois, sendo que essas duas espécies são mantidas estáveis em cada população. Para haver essa estabilidade, deverá existir cerca de 10 quilogramas de boi para cada quilograma de leão. Como os bois comem o capim, deve haver 10 quilogramas de capim para cada quilograma de boi. Ora, então são necessários 100 quilogramas de capim para cada quilograma de leão? Exatamente! Observe a ilustração:



FIG 1 - 10 kg de boi - para 1 kg de leão
10 kg de capim - para 1 kg de boi
100 kg de capim para 1kg de leão



Asimov (1965) considera que todo esse processo pode ser aplicado ao homem, pois com toda a sua capacidade inventiva, ele não consegue desafiar as leis da Termodinâmica “É verdade que o homem pode se suprir de alimentos às custas de espécies que ele não utiliza (ou não quer utilizar) para comer. Isto é, pode remover florestas e plantar cereais em seu lugar, matando espécies não desejáveis, ou eliminando todas as espécies de insetos que querem um lugar à mesa (ou ao menos matar todos os que consegue). Pode criar animais para comer, deslocando as espécies selvagens ou predadoras. Mas no fim, a massa de comida que necessitar será dez vezes maior do que a humanidade.”(p. 474)

Para ilustrar essa transferência de energia dos alimentos numa cadeia alimentar, a Figura 2 pode nos dar uma idéia do que é uma pirâmide de massa:

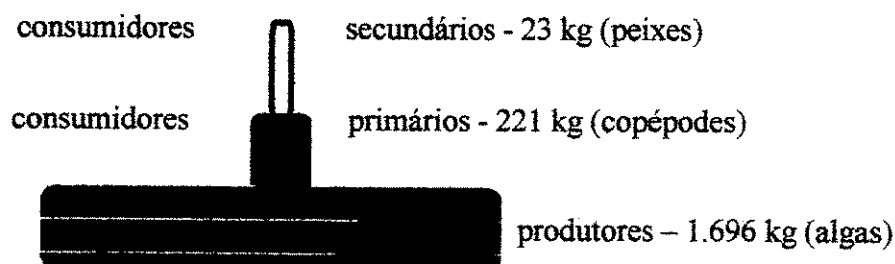


Fig.2 - Pirâmide de Massa (kg/hectare) do Lago do Wisconsin (USA) (adaptado de BAKER & ALLEN, 1975, p.657).

A pirâmide de massa como é comumente chamada, é medida pela quantidade total de alimento que decresce a cada nível trófico, ao longo da cadeia alimentar. Também mostra a quantidade de massa expressa em quilogramas por hectare (área equivalente a 10.000m^2).

A Figura 2 representa o fluxo de energia no ambiente de um lago de água doce. Como é possível observar, os 1.696 kg de matéria produzida pelos vegetais (algas) do lago, sustentarão apenas 221 kg de consumidores primários (p.ex., pequenos crustáceos - copépodes) e esses sustentarão apenas 23 kg de consumidores secundários (p. ex. peixes). Em cada etapa dessa cadeia há uma grande perda de material, pois consegue-se apenas utilizar um pouco mais de 10% da energia total disponível na etapa precedente. Se calcularmos a quantidade de matéria das algas – 1.696 kg para 23 kg de peixes, ignorando as etapas intermediárias, teremos uma transferência de energia de cerca de apenas 1,3%:

$$1696 - 100 \%$$

$$23 - X$$

$$X = \frac{2300}{1696}$$

$$1696$$

$$X = 1,3 \%$$

Mas por que razão a cada etapa da cadeia alimentar apenas uma fração de energia potencial é aproveitada?

Essa explicação pode ser encontrada nas Leis da Termodinâmica. A primeira se refere à impossibilidade da criação ou destruição da energia (de um suposto sistema isolado) nas reações químicas comuns. Há sim, a possibilidade de modificação do tipo de energia, por exemplo, a energia solar em energia química.

A segunda lei da Termodinâmica entretanto, assegura que a quantidade total de energia utilizável de um sistema isolado tende a diminuir com o tempo, pois nos processos reais nenhuma forma de transformação de energia é 100% eficiente, já que nestes sempre há dissipação de energia em forma de calor.

Se aplicarmos essas leis à cadeia alimentar a pergunta feita anteriormente pode ser respondida. Como se pode notar há um “desperdício” de energia e se a cadeia de alimentos dependesse somente dos seres vivos, a vida terminaria rapidamente, no entanto ela existe em quantidade há pelo menos um bilhão de anos e para tanto, uma fonte de energia é essencial à vida - a Energia Solar.

A quantidade de energia que chega em nosso planeta diariamente equivale segundo Castellani & Gardel (1994) a um milhão de bombas atômicas iguais às de Hiroshima. Um terço dessa energia é refletida como luz, parte é absorvida e convertida em calor. Uma pequena fração de energia é transformada em energia química, no processo denominado fotossíntese. Como será então a transformação desse tipo de energia em matéria? Como acontece esse processo de síntese de substâncias orgânicas, alimentos, utilizando a luz?

2 – A FOTOSSÍNTESE

Quando olhamos ao nosso redor ficamos tentados a pensar que as coisas sempre foram da maneira como as conhecemos, ou seja, quase nunca refletimos de onde vêm os materiais utilizados para a produção dos objetos ou como eles foram construídos. O papel e a tinta desse texto, as roupas que estamos usando nesse momento ou os tijolos e o cimento que estruturam as paredes de nossas casas têm uma história cujo enredo remonta há milhares de anos. Podemos supor que a confecção de cada objeto pode ter sido uma sucessão de erros ou aprimoramentos que certamente fogem de nossa percepção cotidiana. Mergulhados em nossa vida diária deixamos de perceber muitas coisas que estão acontecendo e “virando história”. O uso de computadores sem dúvida é um exemplo de revolução nos costumes de nossa sociedade.

Num exercício de recuperar um pouco a história dos objetos, podemos nos perguntar por exemplo, qual a matéria prima que compõe esses objetos e como ela é transformada.

Como os objetos, a ciência também faz parte da história, principalmente se a consideramos uma construção humana do conhecimento sobre a natureza, ou seja, se pensarmos que o conhecimento foi sendo construído pelo homem, tendo como objeto de estudo a natureza.

Com o fenômeno da fotossíntese não foi diferente. Desde muito tempo hipóteses têm sido levantadas e conclusões refutadas acerca desse fenômeno. Muitas vezes ficamos até tentados a zombar de antigas idéias que os cientistas possuíam para explicá-lo, mas qual não é nossa surpresa quando ainda hoje essas antigas idéias estão presentes nas explicações que as pessoas dão para esclarecer o seu cotidiano?

Para termos idéia de como a ciência pode se desenvolver, iniciaremos a explicação da fotossíntese seguindo os passos e rumos que as pessoas que fizeram ciência seguiram até os dias de hoje e, como esse fenômeno é entendido atualmente, mesmo que seja apenas uma parcela desse complexo conhecimento.

3 - A PLANTA SE “ALIMENTA” DO SOLO?

Aristóteles e outros filósofos gregos que viveram por volta de 335 a.C. acreditavam que a diferença entre os seres vivos correspondia exatamente à separação entre

o homem, os animais e as plantas e suas diferentes qualidades correspondiam aos diferentes tipos de almas a eles atribuídos por Deus (Jacob, 1983).

Entre tantas outras indagações, consideravam que o alimento produzido pela planta era retirado diretamente do solo. Como as plantas crescem no solo é fácil concluir, *grosso modo*, que o material que a compõe seja totalmente retirado dele.

Somente há cerca de 300 anos atrás, Johan Baptista van Helmont (1577-1644), um dos últimos e maiores alquimistas, mas também um dos primeiros praticantes da química que conhecemos hoje, realizou um experimento bem interessante, cujo resultado fez cair por “terra” a hipótese da alimentação da planta ser feita pelo solo. Em suas próprias palavras:

Tomei um vaso de barro, no qual coloquei 100 quilogramas de terra que havia secado em um forno e que umedeci com água de chuva e ali plantei o caule de um salgueiro que pesava dois quilogramas e meio. E eis que, passados cinco anos, a árvore que ali se originou pesava cerca de 80 quilogramas. Quando era necessário, eu sempre umedecia o vaso de barro com água de chuva ou água destilada, e o vaso era grande e estava implantado na terra. Para que a poeira levada pelo vento não se misturasse à terra do vaso, cobri-lhe a abertura com uma placa de ferro revestida de estanho e com múltiplas perfurações. Não computei o peso das folhas que caíram em quatro outonos. Por fim, tornei a secar a terra do vaso e ali encontrei os mesmos 100 quilogramas, com alguns gramas a menos. Portanto, 80 quilogramas de madeira, cortiça e raízes, surgiram unicamente a partir da água².” Johan Baptiste van Helmont (1662, p. 109)



Fig 3 - Peso da terra no primeiro vaso = 100 kg – Peso inicial da árvore = 2,5 kg
Após cinco anos, van Helmont constatou:
Peso da terra = 90,8 kg – Peso da árvore = 77,1 kg (Fig. extraída de Baker, 1952, p.11)

² Os trechos citados nesse texto foram retirados dos artigos originais e de outros textos que abordaram o tema (ver bibliografia)

De suas observações, van Helmont concluiu que toda madeira formada havia se originado da água. Essa conclusão não o surpreendeu, pois ele se baseava na noção de **Transmutação**, cuja idéia possuía uma remota origem nos gregos, os quais consideravam que toda a matéria era formada por um tipo de substância (ou a mistura de poucas), traduzida em diferentes formas. Então não era difícil para van Helmont concluir que a água havia se “transmutado” em madeira.

Seguindo esse mesmo raciocínio, muitos investigadores confirmaram essa idéia, entre eles Robert Boyle (1627-1691), a quem van Helmont tinha considerável influência através de seus trabalhos.

Porém, apesar de a água ter importante papel no desenvolvimento das plantas, van Helmont se equivocou ao concluir que a matéria vegetal (responsável pela diferença de peso) tinha sido proveniente unicamente da água. Além disso, também não levou em consideração o papel dos gases na atmosfera, além de outros fatores que com o passar do tempo outros investigadores perceberam, porém houve um salto em relação ao que se pensava iniciando dessa forma a pesquisa sobre o fenômeno que outros levariam adiante.

4 - A ÁGUA SE TRANSFORMA EM MADEIRA?

John Woodward, físico e professor da Cambridge University durante a década de 1690, questionou a conclusão de van Helmont. Ele afirmava que mesmo a água mais clara estava longe de ser pura. Em seus experimentos utilizou-se de diferentes tipos de plantas colocadas em água de fontes, de chuva, de torneira, de solo de jardim, etc, e concluiu que a água seria somente um veículo para a matéria terrestre que formava os vegetais.

Além disso, nas últimas décadas do século XVII com o desenvolvimento do microscópio e seu emprego nas ciências naturais, algumas pessoas passaram a observar pequenas aberturas nas folhas dos vegetais. Em especial Nehemiah Grew (1641-1680) atinou para uma função que até então não havia ainda se pensado: poderia ser possível que as aberturas (estômatos) permitissem o intercâmbio de substâncias entre o vegetal e a atmosfera? Nessa época ele escreveu:

“Mas como as peles dos animais, especialmente em algumas partes, são feitas com certos poros abertos ou orifícios, cada qual para a recepção ou eliminação de algo para o benefício do corpo, então igualmente as peles de grande parte das plantas são formadas por

vários orifícios ou passaportes, cada qual para uma melhor avolação ("evaporação") de seiva supérflua ou de entrada de ar." Nehemiah Grew (1676, p. 153)³

Quase que simultaneamente a Grew, outro investigador que ficou famoso pelo uso do microscópio herdado de Galileu foi o italiano Marcello Malpighi (1628-1640), que chegou às mesmas conclusões de Grew.

Essas idéias levaram Woodward a concluir que *"a grande maioria da Massa Fluida [solução aquosa] é assim aspirada e conduzida através de seus poros [estômatos]"*

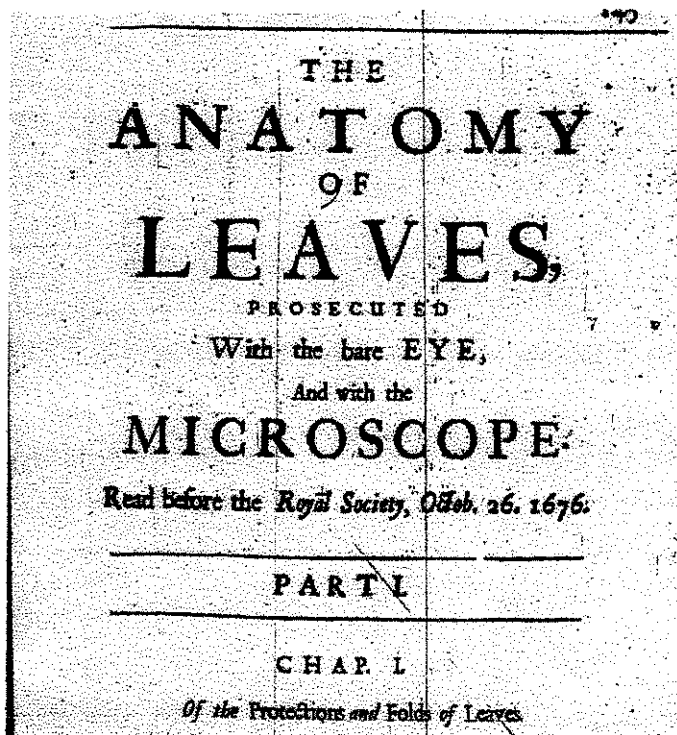
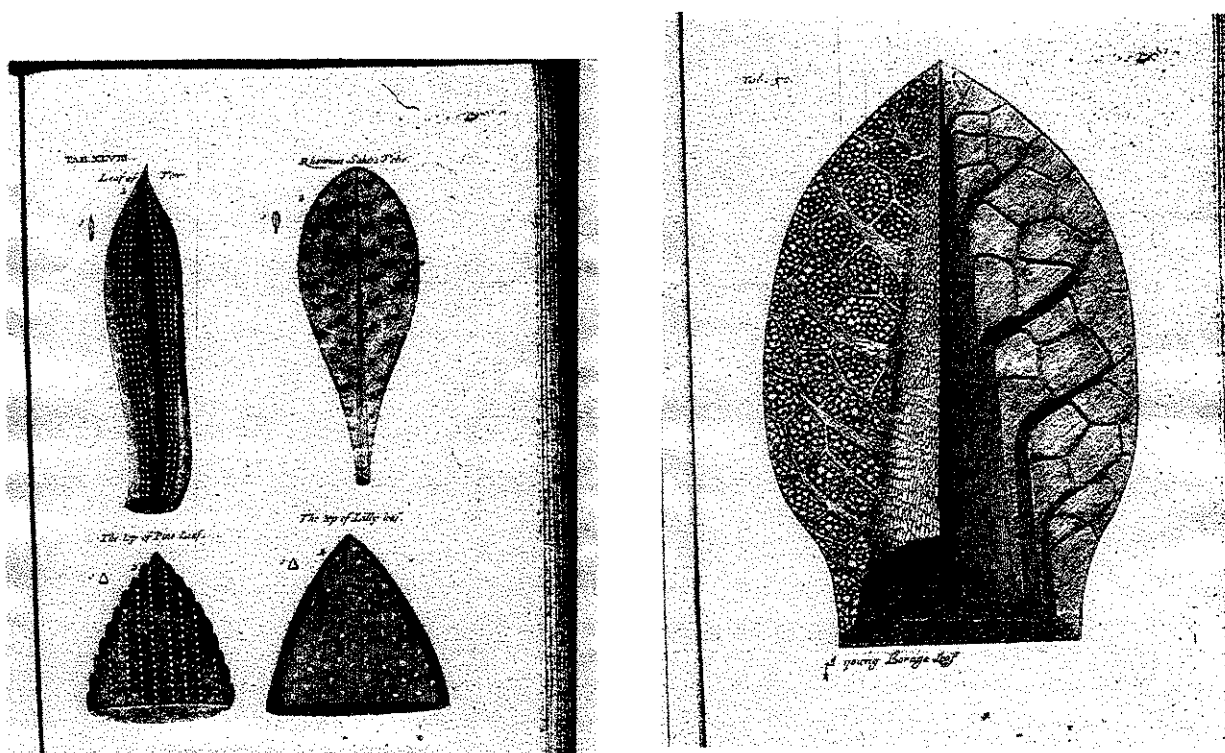


Fig 4 - Em 1676, Grew publicou um extenso artigo sobre a anatomia das plantas. Ao lado é possível ver a capa de um dos capítulos de seu trabalho "A anatomia das folhas", produzido a olho nu e com o microscópio, publicado pela Royal Society of London, em 26 de Outubro de 1676. A seguir você vê seus desenhos originais das folhas com os orifícios (estômatos) que ele encontrou. (Grew, 18 p.)

³ Tradução nossa



e exalada para a Atmosfera”, estabelecendo dessa forma, as primeiras idéias entre a ocorrência de uma interação entre a planta e a atmosfera.

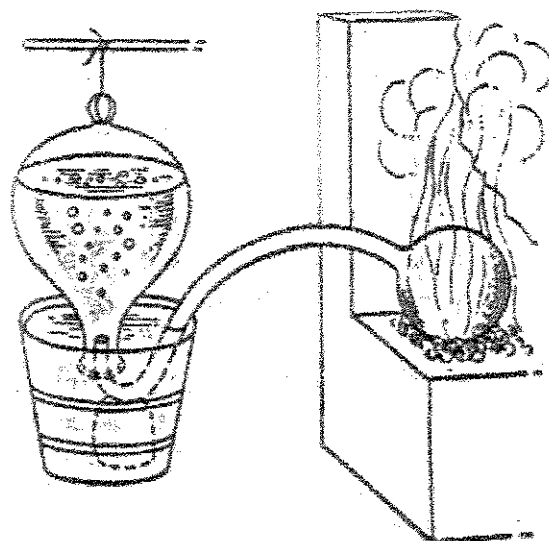
5 - TEM MAIS “COISA” NO AR

Depois de quase 50 anos, o clérigo inglês Stephen Hales (1677-1761) interessou-se pelo problema e continuou realizando suas pesquisas com gases obtidos através da decomposição de vegetais e do calor. Podemos observar abaixo, como ele chamava esses gases de “ar”, pois até então não se sabia da existência dos diferentes gases presentes na atmosfera:

“O excelente Senhor Boyle fez muitos experimentos sobre o ar e entre as descobertas achou que boa quantidade de ar era produzido de vegetais, colocando uvas, ameixas, groselhas, cerejas, ervilhas e uma grande quantidade de outros frutos e grãos dentro de recipientes abertos e fechados, onde eles continuaram por vários dias emitindo grande quantidade de ar”.
Stephen Hales (1727)⁴

⁴ Tradução nossa

No desenho abaixo é possível observarmos como ele conseguiu produzir “ar”, através do calor com o seu balão pneumático.



The pneumatic trough.

Fig.: 5 O Balão Pneumático. (Nash, 1952 p.25)

Obviamente ele não pensou em examinar a natureza desses “ares” liberados pelas plantas e pelo calor, nem suas conclusões estavam isentas de erros, mas ele teve um papel fundamental quando colocou em cheque as pesquisas que absolutizavam o papel da terra ou da água transmutada em madeira, levantando o papel da interação entre a atmosfera e as plantas.

Um experimento bastante interessante pode ser observado para acompanharmos sua forma de pensar:

“Há alguma razão para se suspeitar que as folhas e caules dos vegetais absorvem ar elástico, com base no seguinte experimento...coloquei uma planta de hortelã-pimenta bem enraizada em um recipiente de vidro cheio de terra e depois o enchi de água até a borda; sobre esse recipiente coloquei uma campânula de vidro invertida zz, aa [Fig. 4], sendo a água aspirada

para cima através de um sifão para aa. Ao mesmo tempo, coloquei também outra campânula de vidro zz, aa de tamanho igual ao da anterior, mas sem a planta.” Stephen Hales (1727)

O segundo vidro citado por ele era o controle. O uso do controle levou-o a perceber quais as alterações que eram decorrentes da planta e quais eram decorrentes de outros fatores, por exemplo a pressão atmosférica, cujas diferenças passaram a ser perceptíveis, quando utilizou dois frascos.

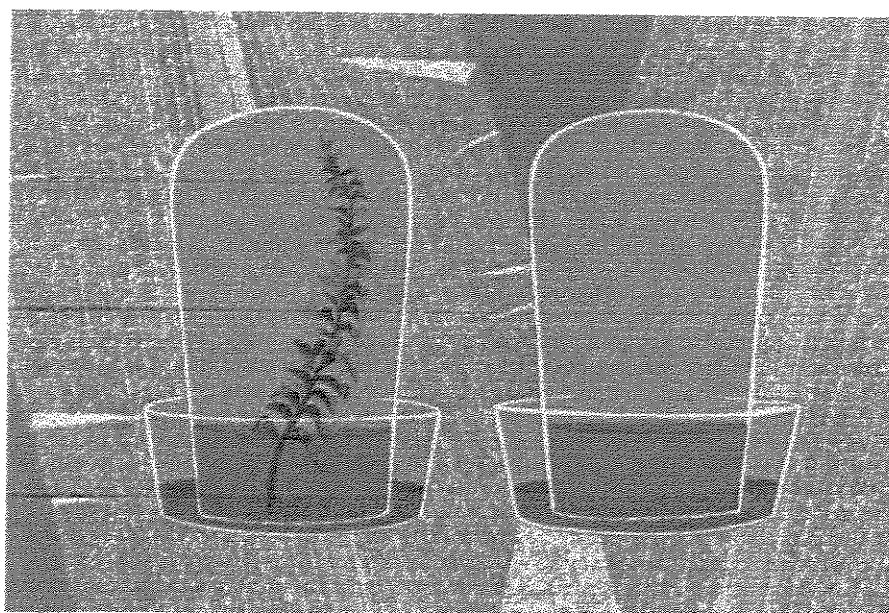


Fig. 6 – Experimento de Hales, cujos resultados iniciaram as suspeitas” de que o ar participasse do processo de crescimento das plantas. (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 16)

Além disso, ao colocar uma nova planta, no mesmo frasco da planta original, observou que ela havia morrido em cinco dias e a partir daí pôde concluir que as plantas interagiam com a atmosfera e afetavam as suas condições.

Através desse experimento, além de outros inúmeros realizados, Hales concluiu que as plantas retiravam “algo” do ar alterando sua composição, embora não soubesse em que consistia essa alteração. Apesar das evidências e conclusões encontradas sobre o papel das plantas na atmosfera por Hales e por outros investigadores, muitos outros ainda permaneceram bastante influenciados pelos resultados obtidos por Helmont, sobre o experimento da transmutação da água em madeira, mas sem dúvida esse foi mais um passo em direção a um maior conhecimento sobre a fotossíntese.

6 - QUEM REPARA OS “DANOS” CAUSADOS PELOS ANIMAIS NA ATMOSFERA?

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) apesar de seu interesse estar mais voltado ao estudo da química, através de seus estudos sobre a combustão, conseguiu compilar e organizar as pesquisas anteriores unificando-as numa hipótese bastante simples, principalmente para nós que a olhamos nos dias de hoje:

“Há aqui , então duas fontes a partir das quais plantas cultivadas unicamente em água podem obter os materiais [terrestres] que nelas são encontradas por análise: a) da própria água e o pequeno teor de material estranho proveniente do solo que devia estar presente [em solução] em todos os casos [hipóteses de van Helmont e de Woodward]; b) do ar e as substâncias de todos os tipos com as quais está carregado[hipótese de Hales]. Antoine Lavoisier (1770).

Em 1770 o pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804) deu mais um passo adiante. Como químico, Priestley também se interessava pela investigação dos gases envolvidos na vida vegetal. Através de experimentos (Fig. 5) compreendeu que velas acesas e animais “prejudicavam” o ar:

“A quantidade de ar de que até uma chama necessita é prodigiosa. Diz-se geralmente que uma vela comum consome, por assim dizer, cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. Considerando esse admirável consumo de ar, por fogo de todos os tipos, vulcões, etc., vem a se constituir em importantes objetos de indagação filosófica, que alterações são produzidas na constituição do ar pelas chamas e a descoberta de que medidas são tomadas pela natureza para reparar os danos que a atmosfera recebe por esse meio”. Joseph Priestley (1772)

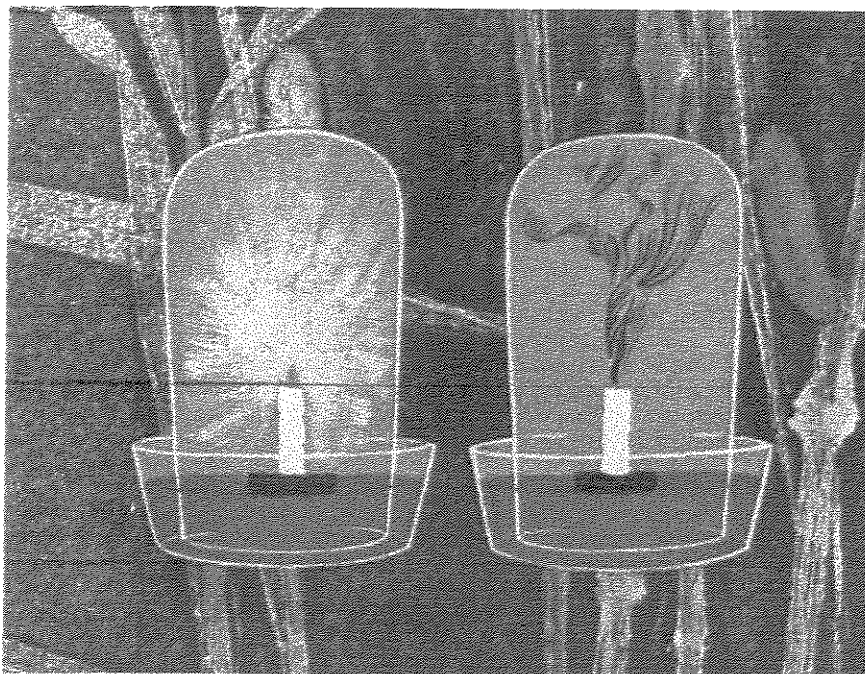


Fig. 7 – Experimento de Priestley (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 18)

Um ambiente sem oxigênio, produzido pela respiração de ratos ou a queima de velas, ou mesmo com materiais em putrefação tais como ratos mortos, Priestley chamava de “ar viciado”. Ambientes com a presença de oxigênio, ele chamava de “ar restaurado”. Pensava em hipóteses que pudessem dar conta da “restauração do ar” na natureza⁵. Para ele não poderia existir vida por muito tempo se não existisse essa função de restauração. Então, segundo ele mesmo descreve, “acidentalmente”⁶ fez uma descoberta importante:

“Gabo-me de haver acidentalmente atinado com um método de restauração do ar que tenha sido danificado pela combustão de velas, e de descobrir pelo menos um dos restauradores que a natureza utiliza para essa finalidade. É a vegetação... De que maneira esse processo opera na natureza, para conseguir tão notável efeito, não pretendo ter descoberto.” Joseph Priestley (1772)

⁵ Novamente, vemos a palavra “ar”, ainda ser utilizada de forma generalizada.

⁶ Segundo Nash (1957, p. 36), muitas das importantes descobertas de Priestley, aparecem superficialmente descritas como meros e afortunados acidentes. Para alguns isso é verdade até certo ponto, mesmo que para tanto, ele tenha cometido determinadas ações para conseguir tais acidentes. Porém para outros, os “acidentes” eram produtos de análises perceptivas de um problema, seguido de uma série de sistemáticas tentativas para achar sua solução.

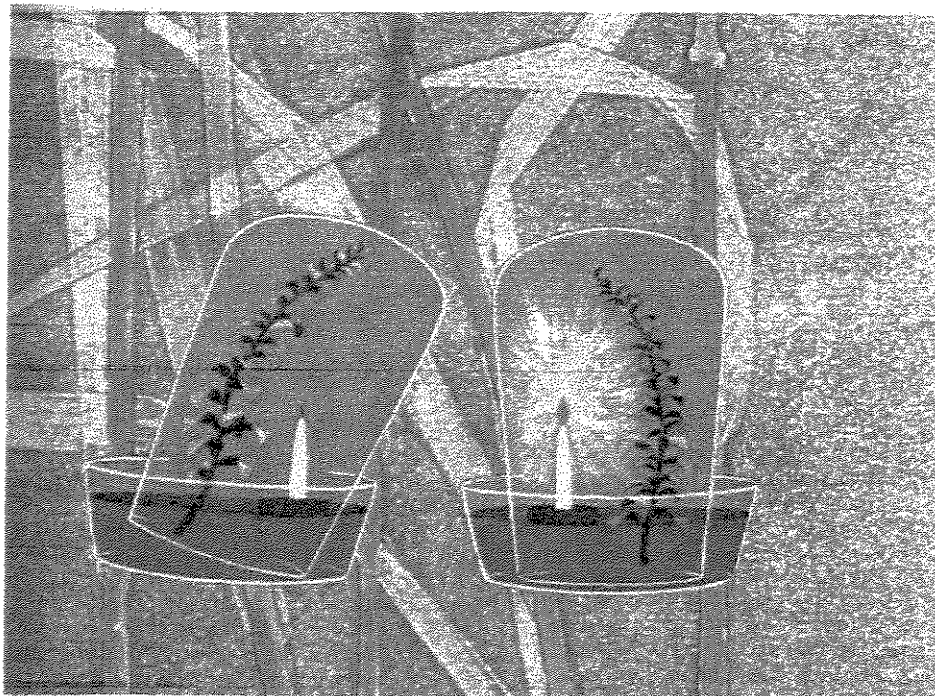


Fig. 8 – Experimentos de Priestley. De seus resultados, concluiu que as plantas “revertem os efeitos da respiração” (Fig. extraída de Baker, 1952, p.23)

Num dos trechos deste trabalho, Priestley citou uma carta⁷ de Benjamin Franklin, um respeitado investigador daqueles tempos, para dar suporte as suas conclusões:

“Doutor Franklin, quem ... viu algumas de minhas plantas num estado bastante florescente, num ar altamente nauseante, estava agradecido em poder expressar sua grande satisfação com os resultados dos experimentos. Em sua resposta a minha carta, na qual eu informei meus resultados, ele disse:

“Que a criação vegetal devesse restaurar o ar, o qual é danificado pela parte animal, parece um sistema racional e parece ser uma peça do resto.

Desta maneira, o fogo purifica a água em todo o mundo. Ele purifica a água pela destilação, quando ela sobe pelos vapores e cai como chuva; e mais ainda pela filtração, quando se mantém fluida e se infiltra na terra. Antes nós sabíamos que substâncias de animais pútridos eram convertidas em doces vegetais, quando misturados na terra e colocados como adubo e agora parece que as mesmas substâncias pútridas misturadas com o ar tem efeito similar. A força do estado próspero de sua hortelã em ar pútrido parece demonstrar que o ar é reparado por pegar alguma coisa dele e não por adicionar algo nele. Eu espero que isso dê algum controle à moda de destruir árvores que crescem próximas das casas, as quais têm acompanhado nossos tardios progressos em jardinagem, de uma opinião de que estas não sejam seres saudáveis. Eu estou certo de longas observações, de que não há nada não

⁷ Cartas e relatórios dos experimentos foram publicados nos séculos XXVII e XVIII na revista “The Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, como artigos científicos. Para maiores detalhes ler D. Atkinson (1999), sobre a evolução do discurso científico.

saudável no ar dos bosques; para nós, americanos que temos em todos os lugares nossas habitações no campo, entre as árvores, não há pessoas na terra que gozem de melhor saúde, ou que sejam mais prolíficas. Benjamin Franklin citado por Joseph Priestley⁸

É possível perceber no discurso de Franklin, apesar de seu ufanismo americano, a interessante relação que ele faz com o ciclo da matéria ao relacionar a matéria em decomposição colocada na terra e a transformação do “ar viciado”, divergindo de opiniões que consideravam os vegetais prejudiciais à saúde no século XVIII. Além disso, as mesmas conclusões sobre a extração e não a adição de algo no ar, são compartilhadas por ele. Nesse outro trecho Priestley aprofunda essa questão,

*Quando animais morrem por serem colocados com outros animais que haviam morrido, antes disso respirando tanto quanto poderiam, é evidente que a causa de sua morte, não é o efeito de algum *pabulum vitae*, como tem sido suposto estar contido no ar, mas sim por conta do ar ter sido impregnado com algo estimulando de seus pulmões, pois eles quase sempre morrem em convulsões e são algumas vezes afetados tão repentinamente que são irreversíveis depois de uma simples inspiração, embora eles sejam retirados imediatamente e todo método tenha sido dado para trazê-los de volta a vida.* (Joseph Priestley)⁹

Priestley relata nesse trecho que os ratos morriam repentinamente, depois de certo tempo respirando normalmente. O fato deste comportamento ser diferente de um estado de morrer de fome, onde as energias vão sendo perdidas aos poucos, levou o

Fig. 9 – Rato morto por falta de oxigênio (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 19)



⁸ Tradução nossa

⁹ *Ibid*

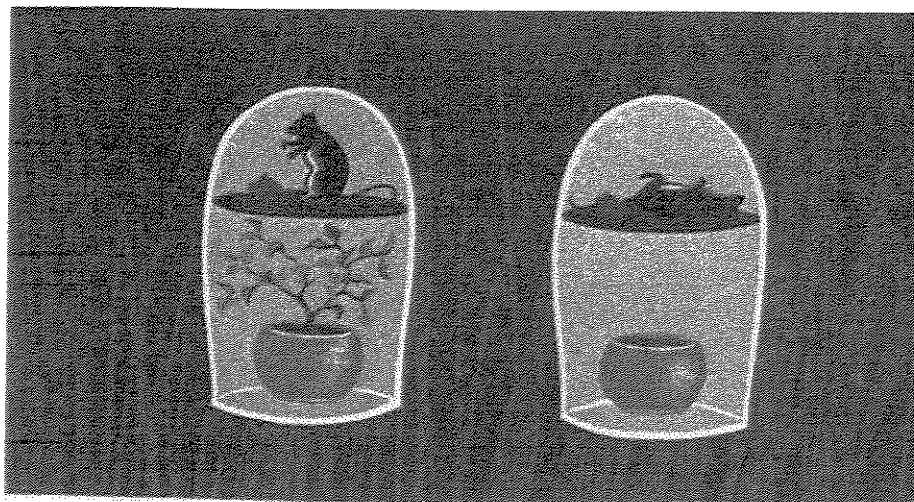


Fig. 10– Rato vivo com planta e morto sem a planta (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 30)

investigador a considerar que havia uma interação entre o que saía dos pulmões do rato e o ambiente externo. Era como se algo os tivessem envenenado.

Nesses termos, os “vapores nauseantes”, produtos da combustão, putrefação e respiração, formavam o “ar viciado” que era visto como se fosse um tipo de “adubo aéreo”, cuja subtração pela planta, era para seu próprio benefício. Essas conclusões vieram a corroborar com o pensamento científico da época – a **Teoria do Flogisto** – a mais influente teoria química daqueles dias. Nela era suposto que um sutil fluido era jogado ao ar pela respiração, combustão e putrefação. Se um volume de ar estivesse confinado e saturado com esse fluido dizia-se que o ar estava flogisticado. É interessante ressaltar que foi baseado nessa teoria que Priestley conseguiu perceber alguma interação entre os vegetais e a atmosfera.

É claro que Priestley não chegou a descobrir todo o processo (na verdade ainda hoje estamos tentando descobrir), mas a sua conclusão de que as plantas revertiam os efeitos da respiração “deflogisticando o ar”, foi um passo a mais na construção do conhecimento científico sobre fotossíntese. Na época suas conclusões foram recebidas com severas críticas por outros pesquisadores, pois estes não conseguiam obter os mesmos resultados (talvez por não levarem em conta as mesmas variáveis dos experimentos de Priestley, por exemplo, realizarem seus experimentos em locais escuros).

7 - AS PLANTAS TAMBÉM RESPIRAM...

Lavoisier, cujos trabalhos apontaram para respiração como um processo de combustão, (semelhante à queima de uma vela, no qual os compostos ricos em carbono combinam com o oxigênio produzindo o dióxido de carbono (CO_2) e água), foi guilhotinado durante a revolução Francesa em função de suas idéias políticas.

Como contemporâneo de Lavoisier, o médico holandês Jan Ingen-Housz (1730-1799) estudou cuidadosamente os trabalhos de Priestley. Segundo ele, em 1773 assistiu uma palestra de Priestley, cujo interesse pelo estudo da “ordem natural das coisas” nasceu daí e continuou algumas idéias que Lavoisier havia levantado.

Ele relata que ficou pensando sobre esse problema nos anos de 1773 até 1779, em Viena onde trabalhava, pois não possuía tempo nem condições físicas ou espaciais, para a realização de trabalhos experimentais. Em 1779, nos três meses de verão que se ausentou de seu posto e foi para a Inglaterra, Ingen-Housz fez cerca de 500 experimentos e escreveu um notável livro “Experimentos sobre Vegetais” (*Experiments Upon Vegetables*). Ele iniciou os experimentos duplicando o que Priestley havia feito e já a partir daí começou a reparar alguns pontos obscuros:

“Quando comecei os experimentos que são o objeto deste livro, eu pensei que a ação concernente, poderia depender somente das plantas, mas logo reconheci meu erro. Se a vegetação era a causa de sua salutar influência no ar comum, elas deveriam produzir o mesmo efeito todo o tempo, em todos os lugares que pudessem crescer. Mas isto está longe de ser verdade: uma planta pode viver e mesmo crescer num considerável tamanho no escuro, onde não irá produzir o ar deflogisticado, nem terá a habilidade de corrigir o ar, mas pelo contrário ela emite para o ar um veneno.

Quando eu reconheci essa espantosa diferença entre os efeitos produzidos pelas plantas que recebem luz e aquelas que ficam no escuro, não tive nenhuma dificuldade em reconhecer que a variável, inconstante e muitas vezes contraditória, aos resultados dos experimentos do Dr. Priestley ... que tinha bem observado que as plantas algumas vezes melhoram o ar comum e corrigem o ar ruim e quem acreditava que quando um efeito contrário ocorria, era devido as plantas se tornarem doentes”. (Jan Ingen-Housz, 1779)¹⁰

Ele viu o significado dos efeitos dos vegetais na atmosfera, em escala planetária e foi o primeiro a apontar que as plantas absorviam a água e CO_2 , utilizando a energia da luz, e através desse processo formavam seus tecidos respirando o oxigênio. Além disso, Ingen-Housz notou que somente as partes verdes das plantas realizavam essa função (o processo fotossintético), ou seja, as folhas e os caules verdes:

¹⁰ Tradução nossa

“Eu estaria mais inclinado a acreditar que a maravilhosa força da natureza, de transformar uma substância em outra e de promover perpetuamente essa transmutação de substâncias, que podemos observar por todos os lugares, é realizada nessa substância vegetal verde de forma mais ampla e mais conspícua... a própria água ou alguma substância na água, é, eu acho, transformada dentro dessa vegetação e sofre, por influência do Sol que brilha nela, nessa substância ou tipo de planta, tal qual uma metamorfose que torna-se agora o que denominamos de ar deflogisticado. Essa transmutação real, embora maravilhosa para os olhos de um filósofo, não é ainda mais extraordinária que a mudança da grama e outros vegetais em gordura dentro do corpo dos animais herbívoros, ou a produção de óleo por um suco aquoso de uma oliveira.” (Jan Ingen-Housz, 1779)¹¹

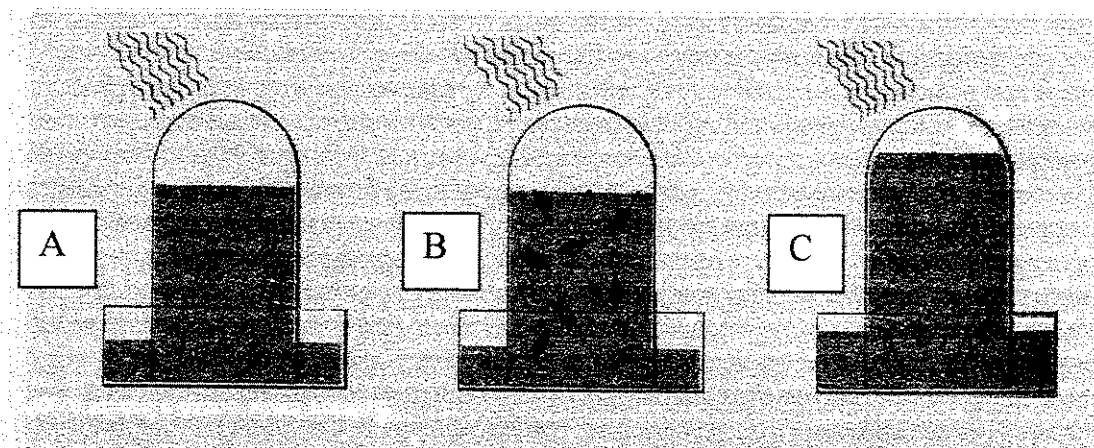


Fig.11 – Essas experiências demonstram a descoberta de Ingen-Housz de que é necessária a substância verde para que as plantas fabriquem “matéria vegetal”. Ele notou que tanto as plantas verdes como as não verdes respiram (isto é, eliminam CO_2). Finalmente e o mais importante, Ingen-Housz descobriu que mesmo porções de plantas verdes necessitam de luz para eliminar oxigênio. A) talos verdes liberam oxigênio e gás carbônico em presença de luz, porém a quantidade de oxigênio é maior; B) folhas verdes liberam oxigênio e gás carbônico em presença de luz, porém a quantidade de oxigênio é maior; C) partes não verdes da planta (raiz, caule, fruto, etc.) liberam somente gás carbônico (Fig. extraída de Baker & Allen, p. 185)

Note que a passagem em **negrito** do trecho anterior, mostra uma certa indicação da influência da Teoria da Geração Espontânea, que iniciava na época um quente debate.

No início dessa discussão Priestley foi resistente e fez comentários irônicos sobre a matéria verde fazer fotossíntese. Observemos uma passagem de Priestley, criticando Ingen-Housz.

*A idéia do Dr. Ingen-Housz de que a origem dessa matéria vegetal, como ele mesmo permite dizer, é mais extraordinária, considerando quanto **tempo a doutrina do equívoco ou a Geração Espontânea tem sido explodida**. Ele diz (e cita a passagem anterior de Ingen-Housz). Mas a mudança de água em uma planta organizada é algo de natureza bem diferente dessa idéia. Joseph Priestley (1779)*

¹¹ *Ibid*

Ele não concordava que somente as partes verdes da planta pudessem “deflogisticar o ar”. Ainda mais que esta conclusão estava atrelada a Teoria da Geração Espontânea, da qual Priestley não compactuava.

Apesar de ser um equívoco achar que a matéria verde era produzida na água, a descoberta de Ingen-Houze sobre as partes verdes da planta fazerem fotossíntese, foi muito importante do ponto de vista do desenvolvimento do conceito. Esse resultado contribuiu para o que se sabe hoje sobre a função do cloroplasto. Ao contrário do que muita gente pensa a folha não é similar ao pulmão humano, como geralmente aparece nos livros didáticos de ciências, quase sempre relacionando os dois por fazerem trocas gasosas com a atmosfera. A folha contém células que por sua vez contém cloroplastos, que são os responsáveis pela fotossíntese. Dessa forma, pedaços de folhas fazem fotossíntese por um tempo, porque quando cortamos as folhas, ainda ficam os cloroplastos que continuam fazendo fotossíntese (quando em presença de luz).

Enfim, as descobertas mais importantes que Ingen-Houze fez podem ser sumarizadas nesses itens:

- Plantas expostas à luz solar emitem o ar deflogisticado (com oxigênio).
- Nem todas as partes da planta conseguem emitir o ar deflogisticado, somente as folhas e caules verdes quando estão iluminados.
- Folhas verdes no escuro e, raízes, flores, frutos, etc, se na luz ou no escuro, produzem ar flogisticado ou viciado, pois emitem um gás tóxico (segundo Ingen-Houze, hoje conhecido como gás carbônico)
- Um ciclo normal de iluminação melhora a atmosfera durante o dia pelas folhas verdes e piora à noite. Por outras partes da planta (que não as verdes), todo o tempo ocorre a viciação (liberação de CO_2)

Hipóteses de Ingen-Houze para explicar a fotossíntese:

	Luz + cor verde	
“Algo” do ar + água	→	substância vegetal + ar restaurado
Ar com flogisto	→	flogisto + ar deflogisticado

Apesar desse avanço, sobre a importância da luz, Ingen-Housz não conseguiu explicar “por que” a luz era importante nesse processo.

É bem provável que todas essas idéias sobre envenenamento do ar pelas plantas, possam ainda estar presentes em nossas cabeças. É comum algumas pessoas condenarem a permanência de plantas no quarto de dormir, por estas eliminarem vapores venenosos que podem prejudicar as pessoas que estiverem dormindo. Talvez, essas idéias sob envenenamento do ar, nada mais sejam do que resquícios do século XVIII, baseados nos estudos sobre a respiração das plantas.

Quando há luz ou não, as plantas respiram, ou seja, usam o oxigênio e eliminam o gás carbônico 24 horas por dia. Portanto, eliminam CO_2 dia e noite. Mas isso, não as fazem assassinas da calada da noite: elas estão simplesmente respirando, assim como nós. Porém quando há luz, elas também fazem fotossíntese, observemos a tabela seguinte:

<i>Fenômenos que ocorrem no vegetal</i>	<i>Fórmula Química (simplificada e não balanceada)</i>	<i>Local da célula em que ocorre</i>	<i>Período em que ocorre</i>
FOTOSSÍNTESE	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ GÁS CARBÔNICO E ÁGUA = OXIGÊNIO E GLICOSE	Cloroplasto	Em presença de luz
RESPIRAÇÃO	$\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ OXIGÊNIO E GLICOSE = GÁS CARBÔNICO E ÁGUA	Mitocôndria	24 horas por dia

Observe que os dois fenômenos no vegetal, podem ser simultâneos em alguns momentos. Por exemplo, quando há presença de luz, há fotossíntese e respiração. Portanto mesmo quando o vegetal faz fotossíntese, ele precisa respirar.

8 - COM ESSAS CONCLUSÕES OUTRAS PERGUNTAS APARECEM...

De onde provém o gás oxigênio (O_2) liberado pela planta? Da água (H_2O)? Do gás carbônico (CO_2)? De ambos?

O cientista francês M. Berthollet (1748-1822) postulava que o gás oxigênio provinha das moléculas de água absorvidas pela planta. Sua hipótese se baseava num experimento. Ele cultivou plantas em um meio que não continha hidrogênio e ao analisar as

substâncias que compõem o vegetal, concluiu que a presença de hidrogênio nas moléculas constituintes da planta, só poderia ser explicada se o oxigênio viesse da água.

Porém outro francês Jean Senebier (1742-1809) discordava dessa conclusão e por sua vez postulava que o oxigênio provinha do CO_2 . Para refutar a hipótese de Berthollet, Senebier raciocinou que se o gás oxigênio viesse das moléculas de água então as folhas deveriam eliminar oxigênio quando imersas na água e realizou o seguinte experimento:

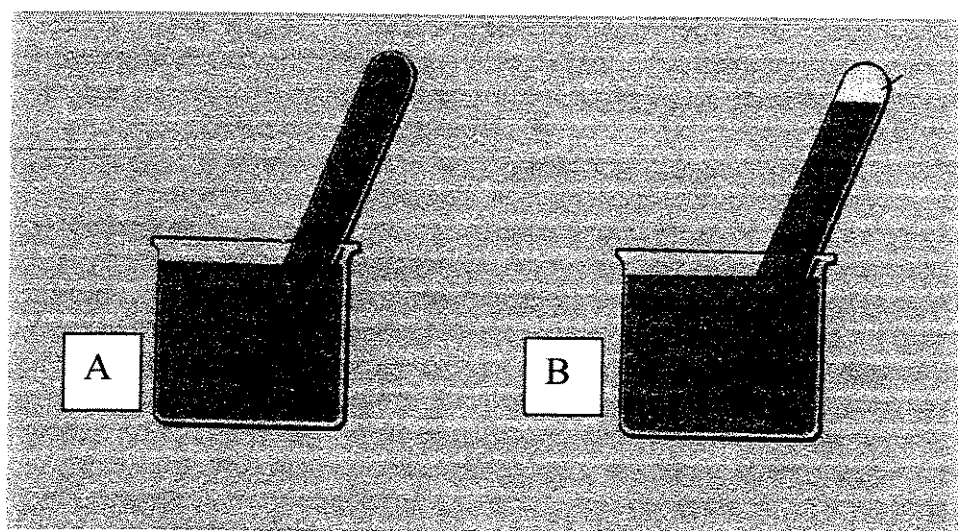


Fig. 12 – A primeira experiência de Senebier. A) Folhas imersas na água sem gás carbônico não liberam oxigênio. B) Folhas imersas em água com gás carbônico liberam oxigênio. (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 187)

Conforme esperava, num meio onde não houvesse CO_2 as plantas não eliminavam oxigênio. Por outro lado (segundo ele) quanto mais CO_2 fosse fornecido à planta maior seria a produção de oxigênio. Desse resultado ele concluiu que o oxigênio era proveniente do gás carbônico. Porém para eliminar mais dúvidas ele colocou folhas, ele executou outro experimento:

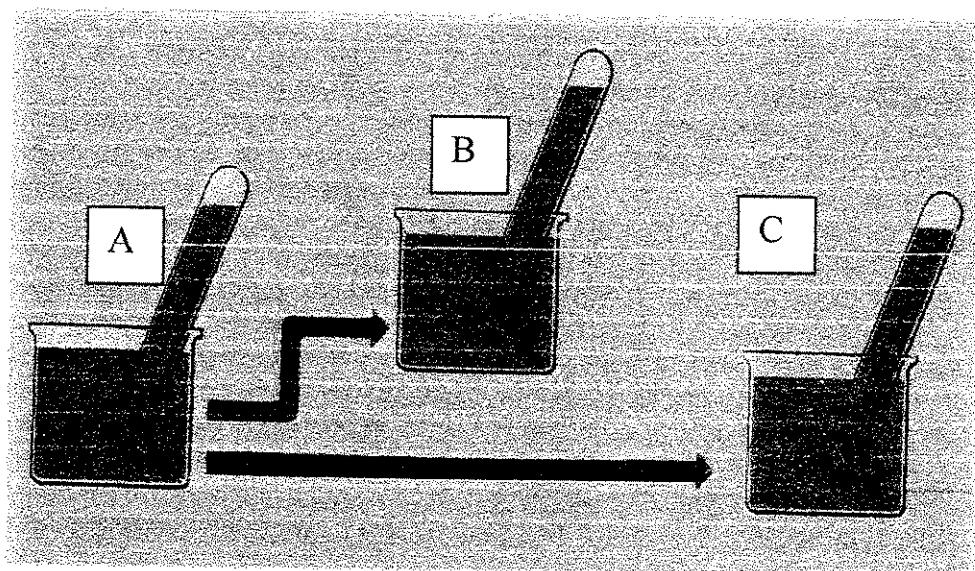


Fig. 13 – Outra experiência de Senebier. A) As folhas param de liberar oxigênio depois de um determinado tempo. B) Apesar de folhas frescas, não há liberação de oxigênio quando elas são colocadas na mesma água do recipiente. C) Quando água é trocada começa a liberação de oxigênio. (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 188).

Com este experimento, ele pensou que eliminaria a hipótese de Berthollet, pois se o oxigênio viesse mesmo da água, o recipiente B, deveria produzir oxigênio.

Qual dos dois estaria com a razão: Berthollet ao afirmar que o gás oxigênio era produzido a partir da água ou Senebier que afirmava ser a produção a partir do CO_2 ?

Nessa fase outro investigador entrou na disputa, Nicola Theodore de Saussure (1767-1845). Ele não se contentava em saber apenas o que acontecia, mas também se interessava pelas quantidades e em encontrar formas de mensurar os fenômenos. Por exemplo, contradizendo o que dizia Senebier, descobriu que o excesso de CO_2 podia levar a planta à morte. Ao demonstrar que as plantas cultivadas em atmosfera confinada não eram capazes de aumentar seu conteúdo de carbono em quantidades significativas, Saussure concluiu que o processo da fotossíntese resultava da degradação do CO_2 de certa forma apoiando equivocadamente a hipótese de Senebier a qual havia questionado. Porém, nenhum dos três ficou sabendo naquela época qual deles tinha razão sobre a origem do oxigênio. Somente um século depois é que o problema foi resolvido.

9 - SERÁ QUE ARISTÓTELES ESTAVA COM A RAZÃO?

Apesar das conclusões de van Helmont basearem-se na transmutação da água em madeira, estabelecendo que a água era principal “alimento” da planta, havia também a constatação de que alguns gramas de solo teriam sido utilizados. Woodward por sua vez contrariou van Helmont construindo experimentos que demonstravam que plantas regadas com água misturada ao solo se desenvolviam muito melhor. Saussure resgatou esses experimentos depois de mais ou menos 100 anos de forma mais sistemática e descobriu que as plantas cresciam consideravelmente com a presença de nitrato adicionado à água. Então uma questão ainda persistia: Aristóteles estaria certo ao afirmar que o solo era o alimento da planta?

Em 1860, o alemão Julius Sachs recuperou alguns dados de Woodward. Colocou brotos de feijão, milho e trigo sarraceno em jaras de vidro com a seguinte solução:

ÁGUA DESTILADA	1.000 cm ³
NITRATO DE POTÁSSIO	1,0 g
CLORETO DE SÓDIO	0,5 g
SULFATO DE SÓDIO	0,5 g
SULFATO DE MAGNÉSIO	0,5 g
FOSFATO DE CÁLCIO	0,5 g

Em outros vasos colocou somente água destilada. Como resultado Sachs observou um bom desenvolvimento das plantas tratadas com a solução descrita. Porém as terceiras ou quartas folhas que surgiram dessa mesma planta eram brancas e, observando-as ao microscópio, notou a ausência de cloroplastos. Concluiu que apesar da presença de vários agentes químicos na solução, alguns deveriam estar faltando. Ao colocar algumas gotas de cloreto de ferro percebeu que as folhas voltaram a sua coloração normal, concluindo assim que o ferro poderia ser um importante agente na síntese da clorofila. Nessa mesma linha de pesquisa, Sachs e outros investigadores estabeleceram outros elementos necessários à planta tais como: Fósforo, Nitrogênio, Potássio, Enxofre, Cálcio, Ferro, Magnésio, ...

Por outro lado, somente na década de 20, com o advento de técnicas mais apropriadas para esse estudo descobriu-se que por mais “puros” que fossem os produtos

químicos utilizados, ainda assim continham traços de outros elementos. Mesmo, nos frascos dos vidros, algumas substâncias poderiam ser desprendidas e até foi questionado a contaminação da água destilada nos aparelhos de destilação. Surgiu portanto a evidência conclusiva de que as plantas necessitam de diminutas quantidades de elementos tais como Boro, Cobre, Zinco e Molibidênio. Mais recentemente soubemos também sobre a importância do Cloro, Cobalto, Vanádio, Sódio.

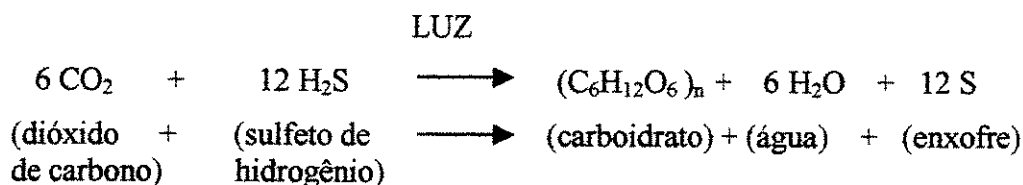
Então na década de 30, todo esse conhecimento produzido já havia respondido várias questões antigas como por exemplo, a utilização do solo, da água e do CO_2 e da luz pelos vegetais verdes. Porém, outras ainda persistiam como por exemplo, qual era a origem do oxigênio produzido e do hidrogênio utilizado? Como as plantas utilizavam o oxigênio? Como a água é utilizada no fenômeno?

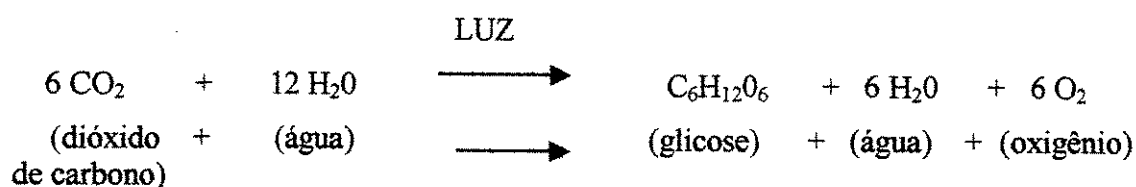
10 - O CONHECIMENTO CIENTÍFICO É UMA SUCESSÃO DE ERROS E ACERTOS?

Através de pesquisas sobre as sulfobactérias purpurinas que também realizam a fotossíntese (porém não há produção de oxigênio), o holandês e microbiologista van Niel na década de 30 deu mais um salto em direção ao conhecimento do fenômeno da fotossíntese. Apesar de áreas ligeiramente diferentes, van Niel notou a semelhança dos processos. No caso das bactérias, elas se utilizam do sulfeto de hidrogênio ao invés da água, produzindo carboidratos, água e enxofre.

Van Niel raciocinou que se nas sulfobactérias o enxofre só poderia ser proveniente do sulfeto de hidrogênio, nas plantas o oxigênio produzido só poderia ser proveniente da água e não das moléculas de CO_2 . Veja o esquema representando os dois fenômenos e compare-os de acordo com a hipótese de van Niel:

A) pelas sulfobactérias



B) pelos vegetais

- Observe a similaridade nos processos acima. No primeiro caso há a formação de enxofre proveniente do sulfeto de hidrogênio (H_2S) e no segundo caso há a formação do gás oxigênio proveniente da água (H_2O)

Algumas questões poderiam ser feitas nesse momento: será que não seria necessário observar as diferenças básicas envolvidas no processo fotossintético entre as bactérias e as plantas observando a complexidade de suas estruturas?

Será que o processo de transformação de energia luminosa em química seria o mesmo para os dois tipos de seres vivos, mesmo que algumas das matérias primas fossem diferentes?

Embora pareça improvável que o mesmo processo ocorra em organismos tão distintos, por outro lado é bem difícil que os seres vivos tenham conseguido durante a evolução, outras formas tão eficientes de conversão de energia luminosa em energia química, o que de certa forma dá sustentação à hipótese de van Niel. Também é bom ressaltar que as semelhanças entre as duas reações químicas, ou seja, na fotossíntese utilizando a água para produzir o gás oxigênio e nas sulfobactérias utilizando o sulfeto de hidrogênio (ou ácido sulfídrico) para produzir o enxofre, pode nos dar algumas evidências de que as coisas acontecem na natureza de forma espontânea, não algo programado por um desígnio de alguma entidade mágica como uma função pré-estabelecida.

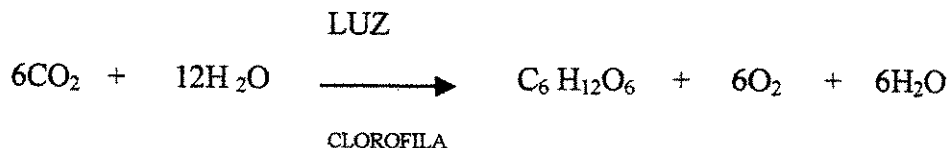
Além disso, é interessante salientar que o conhecimento de um fenômeno - a síntese das sulfobactérias - pode nos dar evidências de como outros fenômenos podem acontecer - a síntese das plantas - quando checamos as semelhanças entre eles. Isso só é possível quando temos acesso ao conhecimento produzido por outros pesquisadores.

Porém, essa hipótese de van Niel só pode ser confirmada quando novas técnicas de marcação de substâncias, passaram a estar disponíveis. Em 1923, George Hevesy utilizou isótopos radioativos de chumbo para estabelecer a trajetória das substâncias em vegetais. Também avanços ocorreram desde 1919 quando passou-se a utilizar a alga

Chlorella, que pela simplicidade de sua estrutura possibilitou um avanço nas pesquisas sobre a fotossíntese.

Em 1941 pesquisadores da Universidade da Califórnia realizaram um experimento vital para o conhecimento do fenômeno. Ao utilizarem uma água marcada com o isótopo O^{18} presente na água em lugar do O^{16} puderam elaborar a seguinte hipótese: Se o O^{18} aparecer nas moléculas de oxigênio (O_2) liberado pela fotossíntese na *Chlorella*, então poderiam provar que realmente o oxigênio produzido viria da água, caso contrário a hipótese estaria equivocada¹².

Os resultados foram conclusivos: o oxigênio estava marcado com O^{18} . Porém para que não houvesse dúvida resolveram também fazer o contrário. Dessa vez, marcaram o CO_2 com o O^{18} e este último não apareceu no oxigênio resultante, mas sim nos carboidratos, não restando dúvidas quanto ao destino da água na produção do oxigênio atmosférico, demonstrando também que os átomos utilizados para constituir as moléculas dos carboidratos, vêm do CO_2 e do hidrogênio da água. Veja a representação abaixo com a quantidade de cada molécula para a realização da reação química:



À luz desses novos conhecimentos é interessante resgatar as hipóteses de Senebier e Sausurre (para ele o oxigênio provinha do CO_2), Berthollet e van Niel (para eles o oxigênio provinha da água). Apesar desses dois últimos estarem certos, somente os experimentos articulados a uma tecnologia de pesquisa mais sofisticada resolveram esse problema e podemos dizer que como consequência nos últimos 30 anos aprendemos mais sobre fotossíntese do que nos últimos 300 anos anteriores.

Saber de onde provêm as substâncias é importante, mas não basta! Teremos que responder também como as substâncias são produzidas. Para tanto precisamos saber sobre como a luz age nesse processo.

¹² Isótopos são elementos que possuem mesmo número atômico (número de prótons), mas diferem no número de massa (soma dos prótons e nêutrons). Nesse caso, o Oxigênio 16 e 18 se diferenciam pelo número de nêutrons presentes no núcleo. Porém essa diferença não altera as propriedades químicas das moléculas em que se encontram como constituintes, por exemplo, não há alteração na molécula de água.

11 - FAZENDO UM PARÊNTESES SOBRE A NATUREZA DA LUZ

Quando a luz visível, para a qual nossos olhos são sensíveis, atinge um objeto três coisas ocorrem:

- pode atravessar o objeto, se este for transparente;
- pode sofrer reflexão, se a superfície do objeto for polida, como a de um espelho;
- ou ser absorvida por um objeto, por exemplo quando a luz incide sobre uma roupa preta.

Esses fenômenos podem ocorrer ao mesmo tempo, podendo haver predominância de um deles. Um exemplo disso, é quando vemos através de um material transparente e colorido, os objetos aparecerem em cores diferentes. Por exemplo, quando vamos ao circo em pleno sol do meio dia e a lona do circo modifica as cores dos objetos que estão dentro do circo! Esses materiais transparentes, sem dúvida, afetam, de algum modo a luz que os atravessa.

Será que os materiais transparentes adicionam ou retiram “algo” da luz?

À primeira vista, pode parecer uma pergunta difícil; entretanto, algumas experiências simples nos fornecem uma resposta. Antes de mais nada, observe o comportamento da luz do Sol ou de uma lâmpada elétrica, quando ela atravessa uma placa de vidro vermelho ou papel celofane da mesma cor, incidindo numa folha de papel branco. O papel, então aparece vermelho.

Apesar da luz ser branca, o vidro vermelho afetou de algum modo a luz, fazendo-a aparecer vermelha. Suponha que se colocarmos uma segunda placa de vidro vermelho entre a primeira e a nossa vista, de modo que a luz deva atravessar ambas as placas. O que pode acontecer? A cor vermelha ficaria mais ou menos forte?

Hipóteses:

- Se o vidro adiciona algo à luz, o papel apareceria com um vermelho mais brilhante que antes.

ou

- Se ele retira “algo”, é de se esperar que grande parte deste “algo” seria removido pela primeira placa de vidro.

Qual das duas hipóteses pode estar correta? Se realmente fazemos uma experiência com duas placas de vidro vermelho, percebemos que a segunda tem pequeno efeito, ficando a luz vermelha menos forte que apenas uma placa de vidro.

Podemos explicar a pequena mudança de cor, dizendo que só uma placa não **retira** completamente as partes não vermelhas da luz, resta algo para o segundo vidro vermelho absorver.

Podemos fazer a mesma experiência, usando duas placas de vidro verde, ao invés do vermelho. Como seria de esperar, a segunda placa verde tem pequeno efeito...

Que aconteceria, então se experimentássemos o verde e o vermelho em conjunto?

O que sobra não será vermelho nem verde. Neste estágio de nossa investigação, ainda não conhecemos suficientemente o processo de subtração para predizer que cor aparecerá, mas certamente podemos dizer que muito menos luz nos alcançará após atravessar as duas placas de vidro, do que após atravessar qualquer uma delas. Fazendo esta experiência, podemos perceber que o brilho do papel fica enormemente reduzido, e que a leve coloração remanescente não é vermelha nem verde, mas sim um tênue amarelo ou âmbar. Este resultado nos responde a primeira questão, ou seja, algo é **retirado da luz**.

Mas o que é esse “algo” que se subtrai da luz branca para lhe dar cor?

Como qualquer artista plástico lhe diria, a cor que você vê é determinada pela natureza do objeto iluminado, pela natureza da luz que o ilumina, e pela condição de seu olho no momento em que a cor é vista. Ela também depende dos outros objetos que você vê, ao mesmo tempo.

Quando os vidros vermelho e verde são colocados em conjunto, **vão retirar quase tudo da luz branca**. A maior parte dos materiais comuns vão além, e refletem ou absorvem totalmente a luz branca, não permitindo a transmissão da luz (materiais não transparentes).

A luz branca é mais complexa que a luz de uma só cor, pois ela é composta por diferentes comprimentos de ondas: violeta, azul, verde, amarelo, alaranjado e vermelho.

Então, se um feixe de luz incide sobre um vidro vermelho, este transmite e reflete grande parte da luz vermelha e os demais comprimentos de onda são quase totalmente absorvidos.

Como a luz, outros tipos de energia radiante têm certas propriedades em comum: por exemplo, todos eles têm no vácuo a velocidade de 300 mil quilômetros por segundo e podem ser pensados para alguns efeitos como ondas. Cada um deles tem diferentes comprimentos de onda (distância entre as cristas de duas ondas consecutivas). Cada um deles transporta quantidade de energia diferente: as ondas de rádio, por exemplo, têm longos comprimentos de onda e pouca energia, os raios X têm pequenos comprimentos de onda e muita energia.

Chamamos esse conjunto de espectro eletromagnético e qualquer porção do espectro é conhecida como faixa. As ondas de rádio têm 500 metros de comprimento, isto é, 500 metros de crista a crista, enquanto que os raios X têm um bilionésimo de centímetro de comprimento de onda. Entre esses extremos estão as faixas de radiações ultra violeta, de luz visível e de radiações infravermelhas. A luz dentro do espectro é apenas uma pequena parte da energia conhecida como energia radiante ou eletromagnética e, essa energia é a que mais nos interessa nesse momento para o estudo da fotossíntese. O que nós chamamos de luz vermelha tem um longo tamanho comparado, por exemplo, com o laranja, azul e finalmente o violeta, correspondendo esta última a menor onda visível do espectro. Observe o desenho do espectro eletromagnético para um melhor entendimento (Fig. 14):

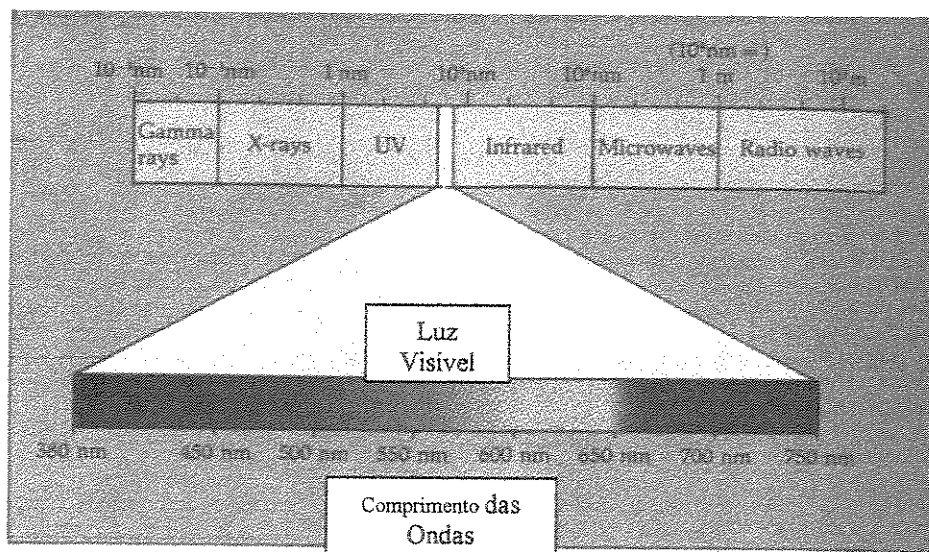


Fig. 14 – Espectro eletromagnético com os vários comprimentos de ondas, dos mais curtos à esquerda aos mais longos à direita- Raios Gama (Gamma rays), Raios X (X Rays), Raio Ultravioleta (UV), Raios Infravermelho (Infrared), Microondas (Microwaves), Ondas de Radio (Radio Waves).(Campbell, 1990, p. 210)

Mas qual o “destino” da absorção da luz?

A luz absorvida pode ter dois destinos: uma fotorreação, onde a energia será conservada ou sua dissipação que pode acontecer de várias maneiras, na forma de calor por exemplo, o qual não está diretamente disponível para o organismo, quando pensamos numa planta.

Para entendermos melhor a fotorreação, podemos nos referir à teoria de Planck, ou seja, a da transferência da radiação que diz que esta acontece em quantidades discretas de energia chamadas *quanta* ou *fótons*. Essas “partículas” têm uma quantidade fixa de energia.

A faixa de luz visível, geralmente conhecida como espectro de luz, é de particular interesse no estudo da fotossíntese, pois é a partir da absorção de alguns comprimentos de ondas que esse fenômeno acontece. Quais desses comprimentos são utilizados no processo da fotossíntese pelos vegetais?

12 - “ILUMINANDO” O FENÔMENO

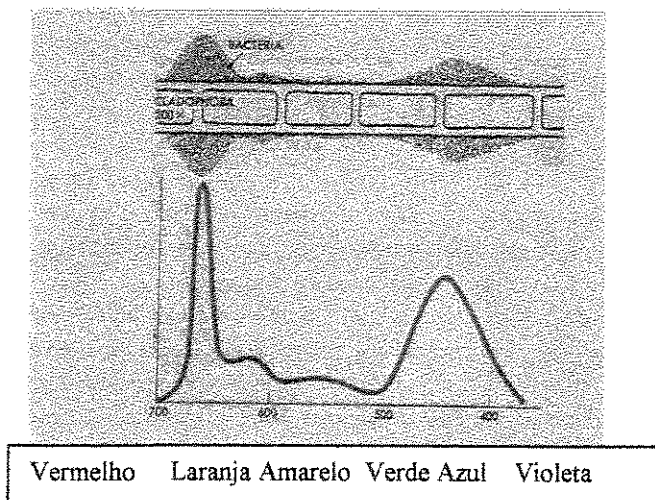


Fig. 15 – Comparação entre o espectro de ação da fotossíntese (determinado pela aglomeração de bactérias nas regiões de elevada concentração de oxigênio ao longo de um filamento de alga exposto a um espectro luminoso) e o espectro de absorção dos pigmentos da planta. Note a estreita correlação entre a aglomeração de bactérias e os picos de elevada absorção de luz pelos pigmentos (vermelha e violeta). (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 197)

Um dos primeiros cientistas a se preocupar com a influência da luz no fenômeno da fotossíntese foi o alemão T. W. Engelman, o qual provou que a clorofila absorve determinados comprimentos da luz branca. Em 1881, utilizando-se de uma alga, (a *Cladophora*) e bactérias aeróbias que procuram altas concentrações de oxigênio, pode constatar que através da decomposição da luz por um prisma incidida em um pequeno filamento da alga havia maior concentração (vermelha, azul e violeta) ou menor concentração (laranja, amarelo e verde) de bactérias dependendo das cores do espectro. Como mostra a Figura 15, quando a fotossíntese na alga *Cladophora* era mais intensa, havia maior concentração de bactérias, resultando uma maior produção de oxigênio em determinadas faixas do espectro. Isso evidenciou que a fotossíntese possuía um “espectro de ação”, ou seja, os diferentes comprimentos de onda da luz branca eram absorvidos, refletidos ou transmitidos de forma diferenciada.

Hoje sabemos que as folhas verdes refletem ou transmitem a maior parte dos comprimentos de onda associados com a cor verde, absorvendo a maior parte dos comprimentos de onda das outras cores. A Figura 16 traz um esquema do cloroplasto, local onde ocorre a absorção de luz na planta.

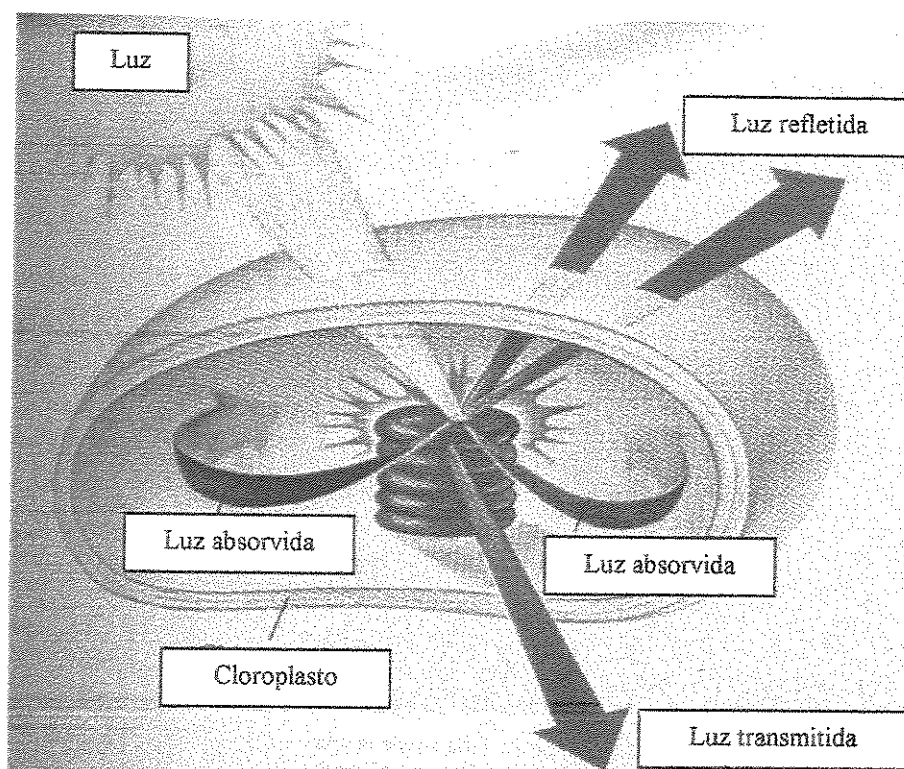


Fig. 16 – Interações da luz com a matéria. Os pigmentos dos cloroplastos absorvem o comprimento azul e vermelho. Eles refletem e transmitem o verde, motivo pelo qual os vegetais parecem dessa cor. (Campbel, 1990, p.211)

Mas e quanto as plantas de outras cores?

No gráfico da Figura 17, há exemplos de dois tipos de pigmentos diferentes, a clorofila (verde) e os carotenóides (laranja) presentes, por exemplo, na cenoura. Nesse gráfico é possível observarmos uma “seleção” nos comprimentos de ondas que depende da utilização pelos pigmentos. No caso das plantas verdes há uma “preferência” maior pelas cores violeta, azul e vermelho; já os carotenóides para realizarem a fotossíntese se utilizam das cores verde e azul, refletindo o amarelo e o laranja do espectro. Diferente do que se pensa, a função da clorofila não é dar cor verde às plantas. Muito pelo contrário, o verde é uma das cores que justamente a clorofila não absorve e assim enxergamos as cores verdes nas plantas.

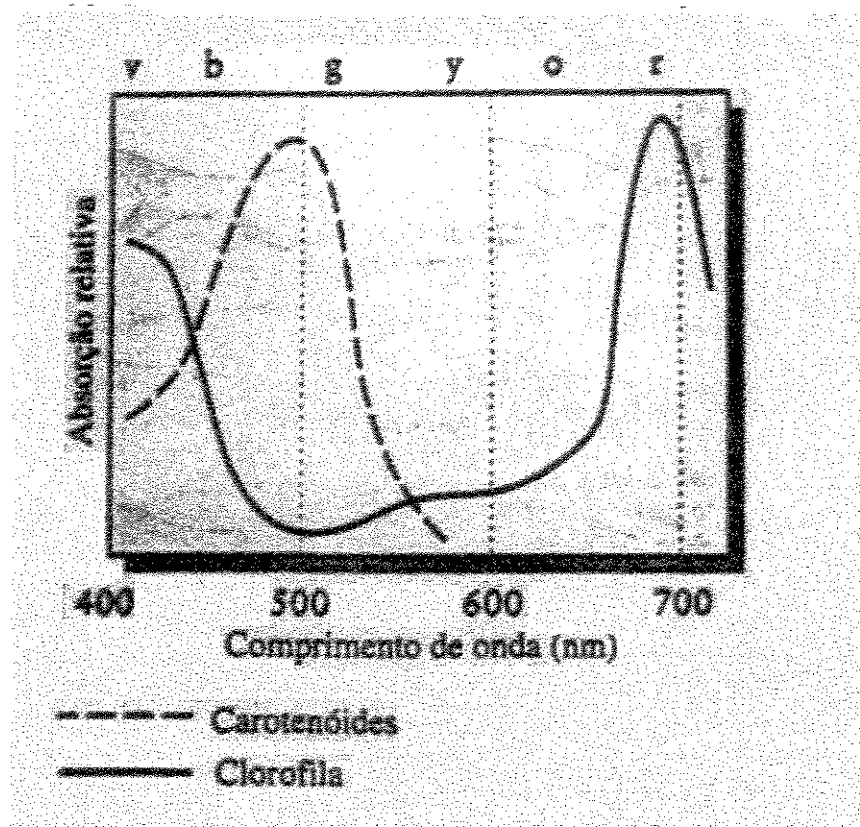


Fig. 17 – A absorção de luz de diferentes comprimentos de onda por dois grupos de pigmentos de planta – clorofilas e carotenóides – que capturam energia luminosa usada na fotossíntese. As cores do espectro são violeta (v), azul (b), verde (g), amarelo (y), laranja (o) e vermelho (r). (Fig. extraída de Ricklefs, 1993, p.32).

Também no início do século XX, F.F.Blackman mediu a produção de O_2 de uma planta aquática denominada *Anacharis densa* mediante a sua exposição às várias **intensidades luminosas**. Verificou que muito ao contrário do que se pensava ou se pensa até hoje, a eliminação de O_2 depende diretamente da intensidade da luz somente dentro de uma faixa limitada, ou seja, aumentos na intensidade da luz não resultam em aumento progressivo do oxigênio produzido. E o contrário também pode ocorrer, quando a diminuição da luz chega a zero, a taxa de O_2 diminui ou cessa por completo.

Como vimos não se tratou apenas de dizer que a luz é importante para os vegetais! Foi e ainda é preciso saber o porque dessa importância, como ela é utilizada, quais tipos de ondas são utilizados e assim por diante... Essas respostas levam a outras questões e dessa forma vamos aprofundando nosso conhecimento. Também podemos perceber que o avanço das outras ciências, como a química e a física fazem com que a biologia avance ainda mais, principalmente quando este conhecimento está atrelado à tecnologia e a construção de instrumentos que ampliam nossa capacidade de “ver”. Hoje com os sentidos mais ampliados, devido ao uso de lentes, computadores, além de outros frutos da tecnologia outros conhecimentos virão a tona e talvez esses aqui escritos já possam estar ultrapassados.

Nós veremos a função da clorofila com detalhes no próximo tópico.

13 - A FUNÇÃO DA CLOROFILA NÃO É DAR COR VERDE ÀS PLANTAS!!!

Nada adiantaria a luz se não houvesse algo que pudesse captá-la. Como vimos Ingen-Housz foi o primeiro a levantar a importância da luz, além de apontar a existência de um pigmento verde - a clorofila.

O cloroplasto é o local onde ocorre o fenômeno. Ele é uma organela celular geralmente discóide, envolvida por uma membrana dupla, que contém sacos achatados de outras membranas chamadas tilacóides, mantidas em uma matriz - o estroma. É nas membranas dos tilacóides que estão as moléculas de clorofila. Na Figura 18 é possível identificar a localização e estrutura de um cloroplasto e sua relação com a clorofila.

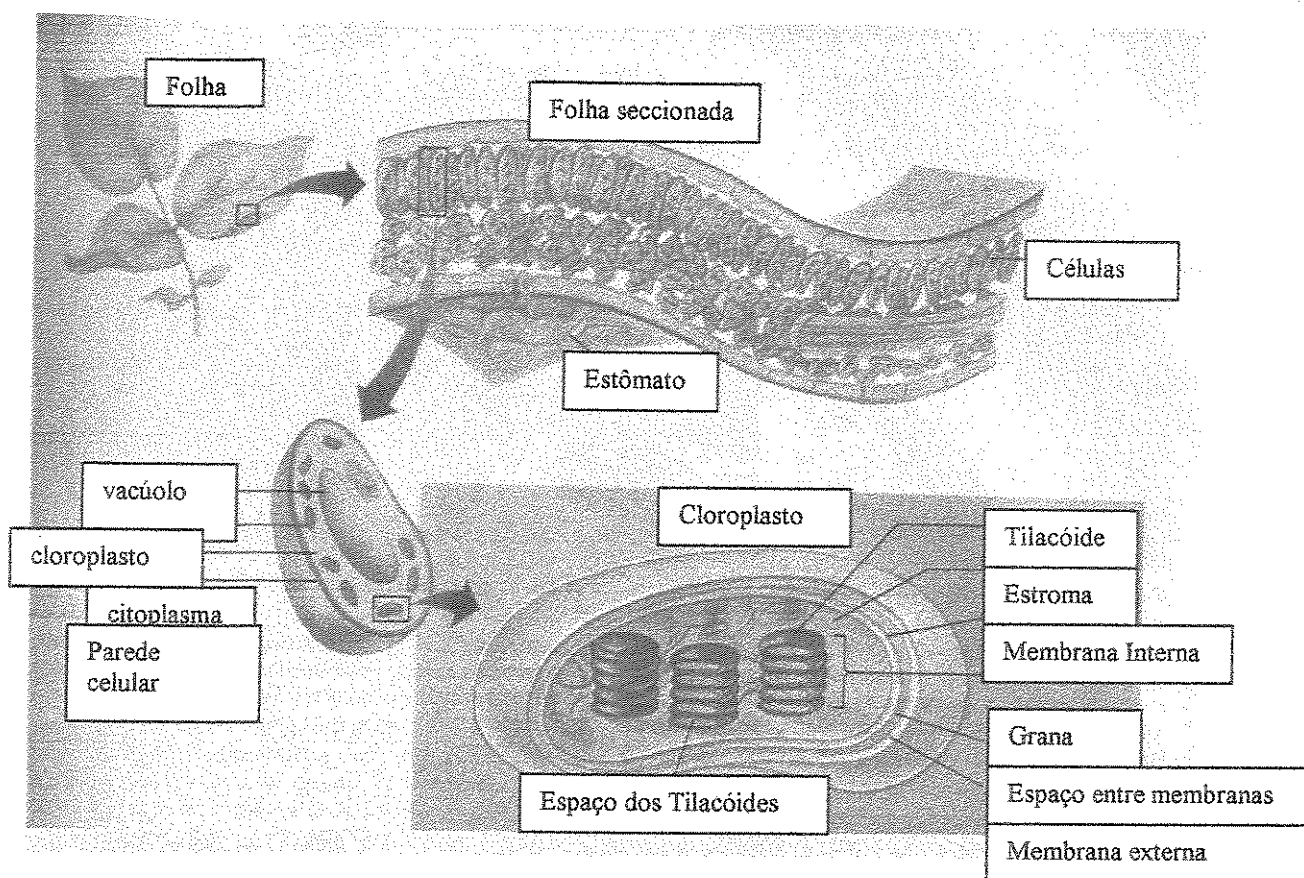


Fig. 18 – Interações de luz com a matéria (Campbell, 1990, p. 209).

Atualmente considera-se a existência de cerca de quatro tipos de clorofilas, inclusive as que estão presentes em certas algas e bactérias fotossintéticas. Porém gostaríamos aqui de ressaltar pelo menos duas: a clorofila *a* (em todas as plantas, inclusive algas) e a *b* (em plantas e algas verdes, junto com a *a*), presentes nos cloroplastos das plantas. As clorofilas são chamadas de “pigmentos-antena”, pois captam a energia luminosa para a fotossíntese.

Na Figura 19 podemos identificar os espectros de absorção das clorofilas *a* e *b*

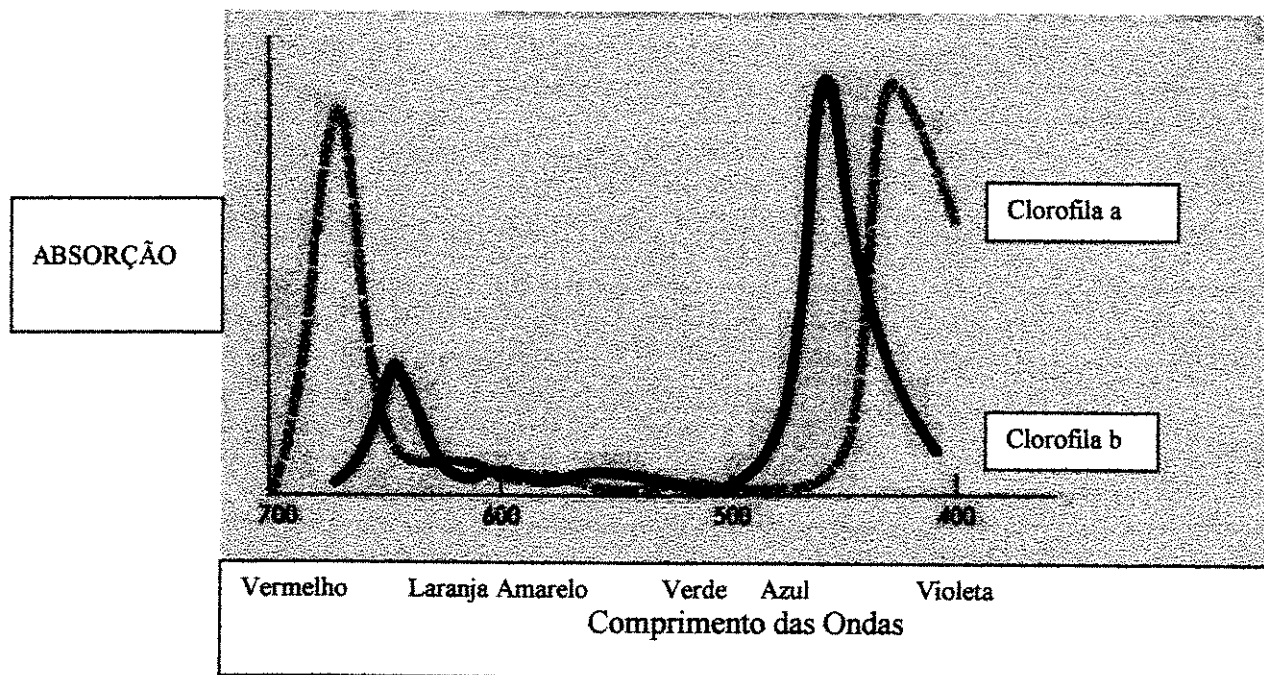


Fig. 19 – Espectros de absorção das clorofilas *a* e *b*. (extraído de Baker & Allen, 1975, p. 196)

14 - O QUE O SABÃO EM PÓ QUE LIMPA MAIS BRANCO TEM A VER COM A FOTOSSÍNTESE?

Graças à tremenda temperatura e pressão no interior do Sol, acontece a fusão de 4 átomos de Hidrogênio em um átomo de Hélio (como acontece com a bomba de Hidrogênio). A perda de massa do sol origina a energia solar. Nessa conversão a perda de matéria é de 4.200.000 de toneladas por segundo, sendo a energia liberada de 8 sextilhões de quilocalorias por segundo! Uma minúscula fração dessa energia chega à Terra, levando apenas alguns minutos para fazer essa viagem de 160 milhões de km do sol para cá. Desse total de energia apenas 3% é aproveitada pelas plantas verdes, sendo que desse total apenas 2/3 atingem a clorofila.

Quando os elétrons da clorofila recebem energia vinda da luz, eles absorvem certas quantidades de energia e “saltam” para regiões mais externas. Se esse elétron volta a sua posição anterior, ele emite energia e o excesso de energia pode ser liberado gerando o

calor. A partir daí, a energia de um fóton absorvido é convertido em energia potencial e devido ao seu estado instável ele pode voltar para a clorofila.

Um dos exemplos mais interessantes dessa emissão de energia é a utilização de impurezas atômicas luminescentes em sabões que dizem lavar mais branco (segundo eles tornando as roupas mais limpas), mas que na realidade estão se utilizando desse fenômeno da luminescência. Os elétrons ao receberem determinada quantidade de energia, passam de uma camada a outra e ao voltarem ao seu ponto inicial liberam a energia captada, fazendo parecer a roupa mais brilhante. Isso pode fazer a roupa ficar mais bonita, mas não a torna mais limpa!

Na clorofila, os elétrons carregados de energia participam de reações químicas no cloroplasto da planta, cedendo essa energia para a formação das substâncias.

15 – FOTOSSÍNTESE NÃO É UM FENÔMENO SIMPLES: NA VERDADE PODERÍAMOS DIZER QUE SÃO DOIS FENÔMENOS ...

PRIMEIRA FASE: REAÇÕES DE CLARO

Nessa etapa da fotossíntese chamada de fotoquímica ou reação no claro, a clorofila, absorve a energia luminosa, vital para o processo de quebra da molécula de água, a qual liberará O_2 para a atmosfera. A clorofila se oxida e seus elétrons são utilizados pelo $NADP^+$ (nicotidamina adenina dinucleotídeo fosfato), que também recebe íons hidrogênio transformando-se em NADPH. Os elétrons da clorofila são respostos pela fotólise da água (quebra causada pela luz).

Ao mesmo tempo ocorre o processo de fosforilação, ou seja, o ADP e mais um fosfato inorgânico são transformados em ATP (Adenosina Trifosfato) e essa fosforilação é dependente das reações de óxido-redução que ocorreram a partir da água até o NADPH. Tanto a molécula de ATP como a de NADP irão participar da fase química da fotossíntese. Resumindo, poderíamos dizer que os três itens abaixo representam uma boa síntese dos eventos que ocorrem nessa primeira fase da fotossíntese:

- Há fotólise da água (2 moléculas de água (H_2O) liberam 1 molécula de oxigênio (O_2), 4 elétrons e 4 íons H^+)
- Há redução de 2 $NADP^+$ em 2 NADPH

- Há formação do ATP a partir do ADP e fosfato existente na planta ($\text{ADP} + \text{P}_i = \text{ATP}$)

Nesses dois últimos itens é possível observarmos a energia da luz sendo convertida em energia química, porém sem a produção de açúcares. Estes serão produzidos na segunda fase da fotossíntese.

A segunda fase da fotossíntese é chamada de Fase Química ou Ciclo de Calvin, pois foi Melvin Calvin (década de 30) e seus colaboradores da Universidade da Califórnia, que em 1930 se utilizaram do carbono 14 para descobrir todas as etapas do processo fotossintético. Com cultivo da alga *Chlorella* em meio ao CO_2 marcado com Carbono¹⁴ (C^{14}), constataram que o carbono radioativo¹³ aparecia nas moléculas de glicose 30 segundos depois. Tentando entender as etapas químicas da fotossíntese, eles interrompiam o processo e aos poucos foram descobrindo os compostos intermediários marcados com o C^{14} .

SEGUNDA FASE: CICLO DE CALVIN

No ciclo de Calvin que ocorre no estroma do cloroplasto, o ATP e o NADPH (o transportador de hidrogênios provenientes da água) produzidos na fase anterior juntamente com as enzimas do local (tal como a Rubisco), participarão da síntese da glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). O destino da glicose pode ser o armazenamento em forma de amido ou de outros polissacarídeos como a celulose por exemplo, presente nas paredes das células vegetais. Além disso, o carbono incorporado como açúcar poderá originar as demais macromoléculas necessárias às plantas como as gorduras e proteínas. A glicose os demais alimentos serão utilizados pela mitocôndria, produzindo energia na respiração celular. Para um melhor entendimento veja o ciclo em cinco passos:

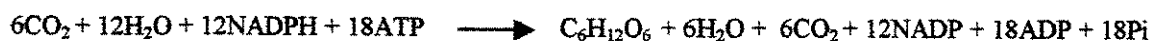
- Quando o CO_2 entra no cloroplasto, seu átomo de carbono combina com um açúcar chamado Ribulose bífosfato (RuBP) (com 5 carbonos) para formar uma molécula com 6 átomos de carbono.

¹³ A técnica utilizada por meio de isótopos radioativos consistia numa espécie de auto-retrato, ou radioautografia por meio a exposição de película de raio X.

- Como essa molécula é instável, ela se divide em duas formando dois ácidos fosfoglicerídeos (PGA) com 3 átomos de carbono cada.
- Com a energia do ATP e participação do NADPH formado na fase anterior, o PGA forma um açúcar chamado Fosfogliceraldeído (PGAL).
- Cada 12 moléculas de PGAL formadas, 10 permanecem no ciclo e apenas 2 deles se unem para formar a glicose.
- As 10 moléculas de PGAL que ficaram (30 carbonos) se rearranjam, utilizando ATP e formam 6 moléculas de RuBP (30 carbonos). Com isso pode-se recomeçar o ciclo.

Embora muitos autores se refiram a essa fase como reação de “escuro”, o ciclo de Calvin ocorre nas plantas durante o dia, pois somente as reações da luz podem regenerar o ATP e NADP gastos na redução do CO₂ em açúcar. Esse termo “reação no escuro”, amplamente utilizado em livros sobre o tema, didáticos ou não, traduzidos para o português ou mesmo encontrado em recentes publicações em inglês, podem causar certa confusão, ao se concluir que a fotossíntese não depende da luz na segunda fase, o que seria um equívoco. Para a noite, a planta consegue energia dos açúcares armazenados, produzidos pela fotossíntese. O mesmo ocorre quando uma planta perde todas suas folhas, por exemplo, no inverno.

Assim, poderíamos resumir as duas fases na equação:



Nessa equação é possível observarmos que o gás carbônico é transformado em carboidrato com auxílio das moléculas de NADPH e ATP, que voltam a ser as mesmas moléculas iniciais do ciclo (NADP e ADP). Veja a Figura 20, que faz um resumo das duas fases:

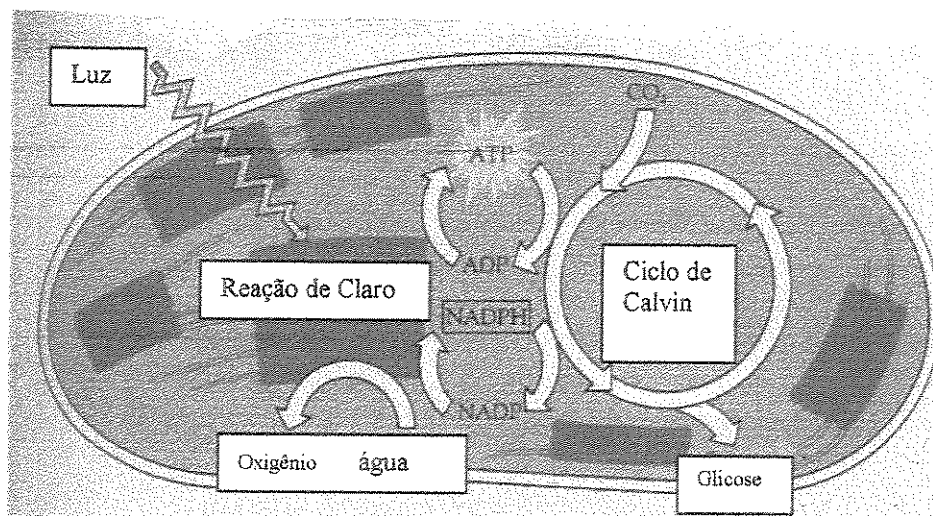


Fig. 20 - Sumário da Fotossíntese – Esse diagrama traz os principais reagentes e produtos do fenômeno e como ele ocorre nos cloroplastos. As reações de Claro, que ocorrem nas membranas tilacóides, convertem a energia da luz em energia química (ATP e NADPH); quebra a molécula de água, e libera o oxigênio. O Ciclo de Calvin, que ocorre no estroma do cloroplasto, usa o ATP e NADPH para converter gás carbônico em glicose. (Campbell, 1990, p. 209)

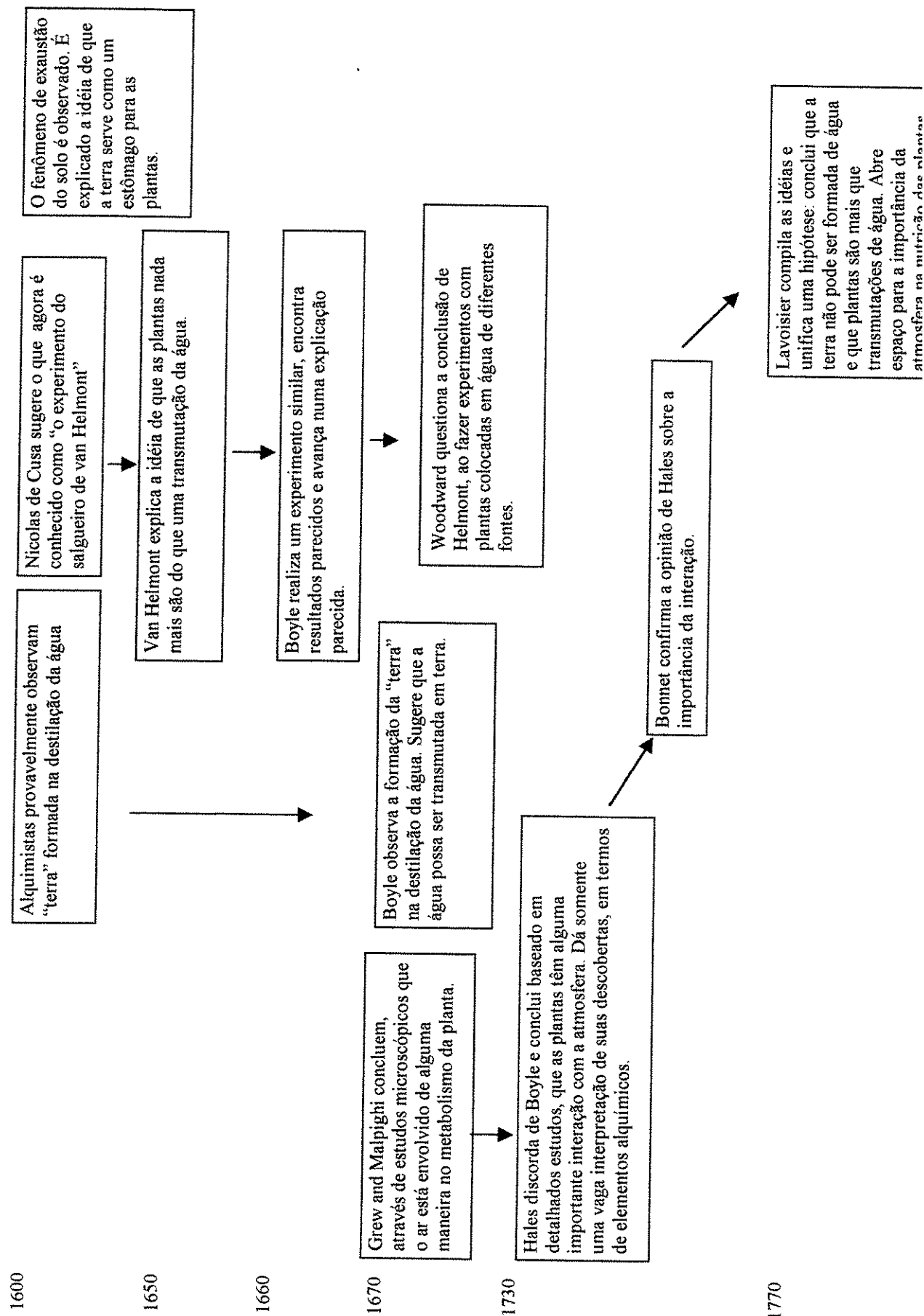
16 - “*O drama da vida então é encenado contra as cascatas de energia solar*”. (Asimov, 1963, p. 483).

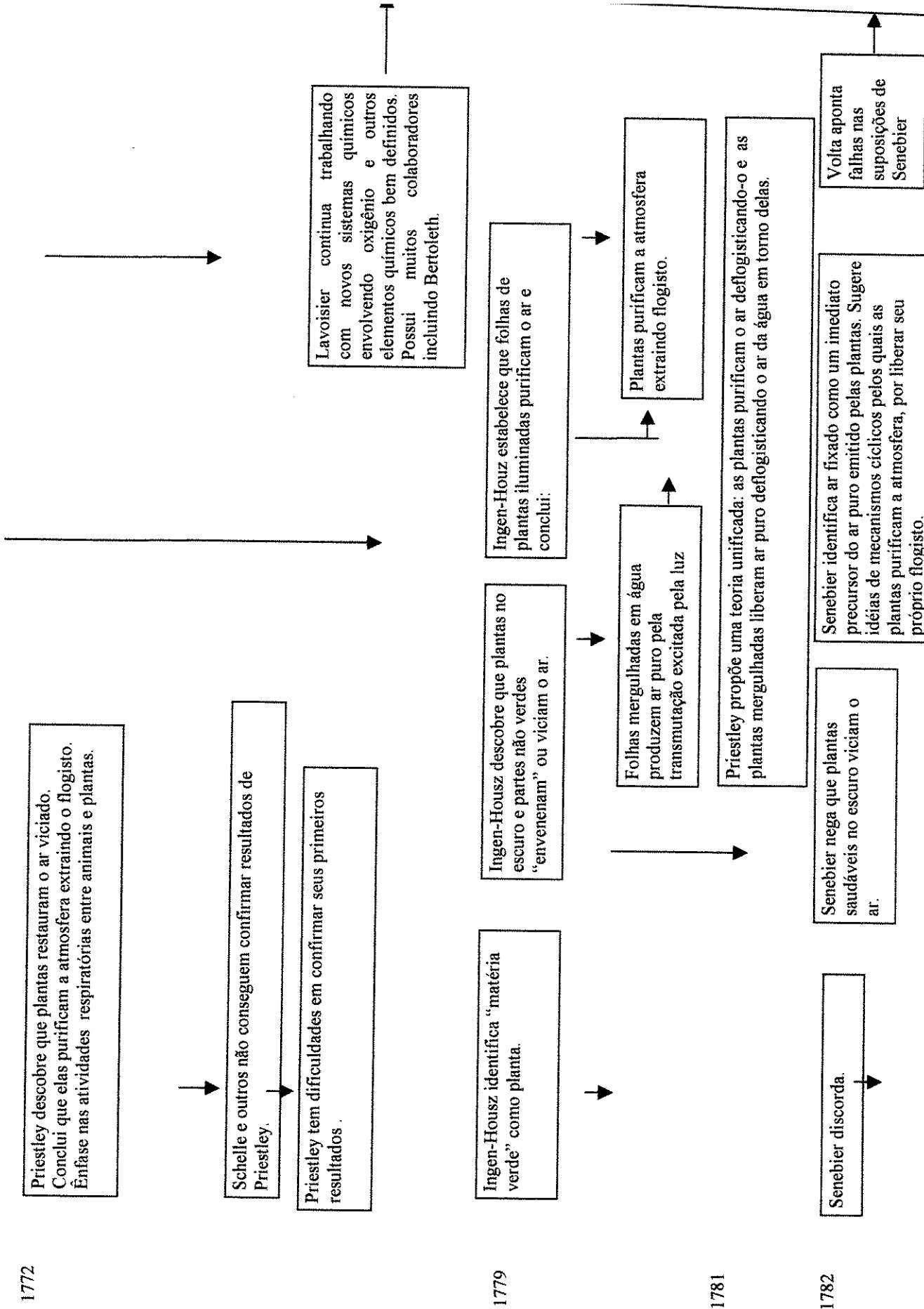
Muita coisa ainda está por se descobrir e talvez nesse momento as informações que colocamos nesse texto, já possam estar obsoletas no momento que escrevemos esse texto. Muito mais ainda poderíamos falar sobre fotossíntese, há centenas de produções de pesquisa sendo escritas em livros e artigos, além das já publicadas que não constam nesse artigo, pelas impossibilidades inerentes da própria linguagem, pois quando se diz algo, se privilegia determinados discursos e os conseqüentes silêncios são constitutivos da língua. Além disso, há a perspectiva de que o mundo está em movimento e estamos vivenciando a história, dessa forma outras descobertas ainda estão por vir.

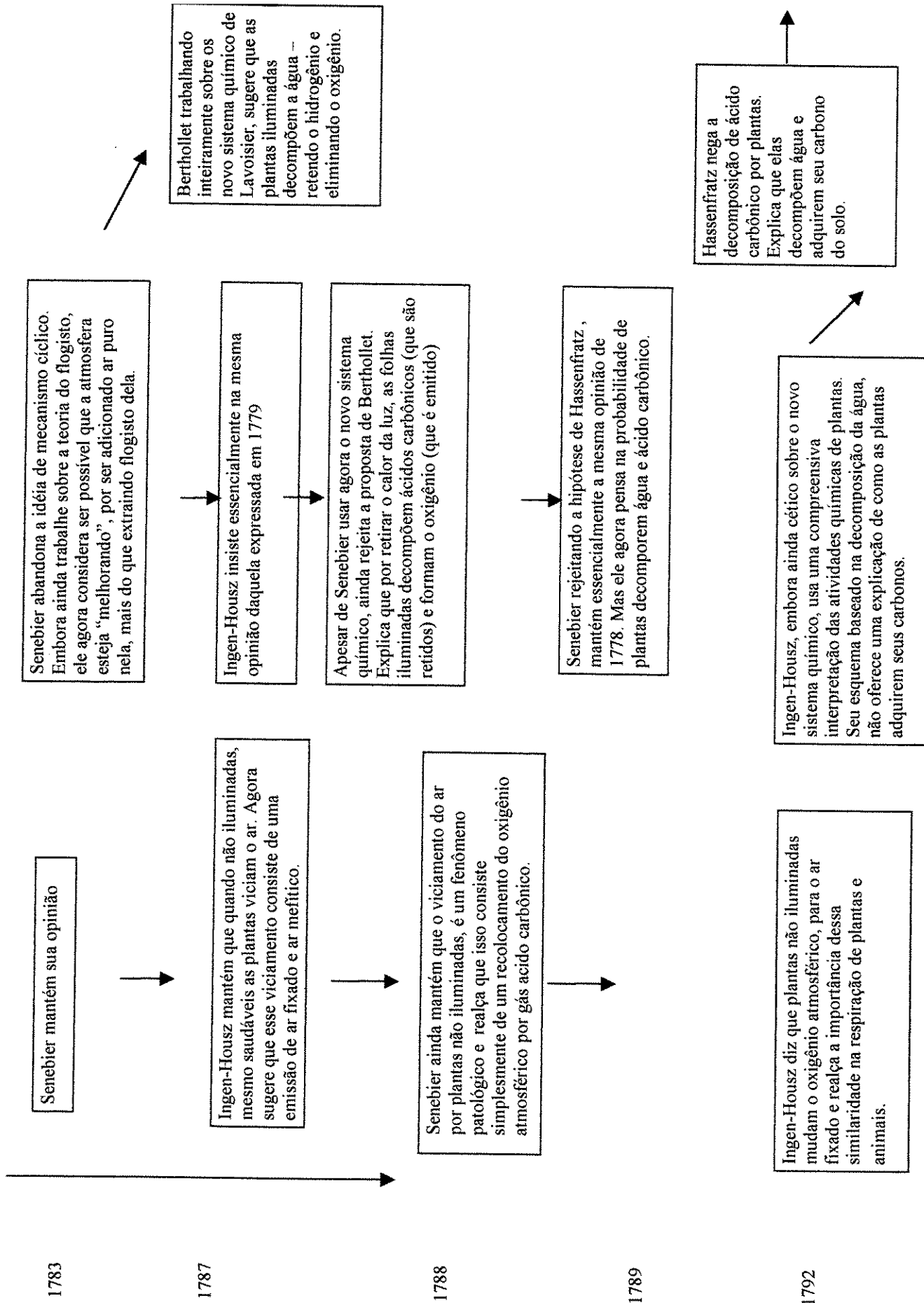
Dessas pesquisas há também uma produção tecnológica, por exemplo podendo ser utilizada na agricultura, que permite aos produtores fazerem medidas sobre as taxas de fotossíntese dos vegetais, para saberem como conseguir maior eficiência do sistema, ou mesmo, saberem até que ponto um determinado inseto-praga afeta uma cultura, quando ele ataca as suas folhas. Também o conhecimento sobre fotossíntese pode trazer mudanças de hábito, por exemplo, na Estação Experimental Agrícola da Universidade da Califórnia, você pode “ganhar” uma multa (por volta 300,00 dólares) se levantar muita poeira por estar em alta velocidade. Naquele local, existem vários avisos sinalizando que a poeira pode “machucar” as folhas das laranjeiras.

Além de artigos científicos, outros textos são produzidos para o ensino do fenômeno, em forma de livros, CDs, Internet, vídeos e até equipamentos mais sofisticados quando se pensa no ensino de um curso de biologia na universidade. Esperamos que essa humilde síntese, mostrando os principais aspectos possam ajudar não somente no ensino do conceito sobre a fotossíntese, mas também como a ciência é um processo histórico que depende de aspectos exteriores, pois não é neutra ao que acontece com a sociedade. Pelo contrário, ela é um produto da sociedade. Percorrer os caminhos do homem na busca do conhecimento de um fenômeno é bastante prazeroso e isso talvez possa ajudar a explicar porque a Ciência é uma construção humana.

ig. 21 - ESQUEMA DE FATOS E IDÉIAS SOBRE O FENÔMENO DA FOTOSSÍNTESE







1796

Ingen-Housz agora aceita o novo sistema químico, aceita a idéia de Senebier de que plantas iluminadas decompõem ácidos de carbono e rejeita a hipótese de Hassenfratz. Confuso sobre como as plantas adquirem ácidos de carbono em atmosfera contendo pequena ou nenhuma quantidade dele, ele sugere que partes não verdes das plantas "preparam" o ácido carbônico elaborado pelas folhas

1804

De Sausurre desenvolve uma teoria unificada. Considera que a "viciação" noturna da atmosfera pelas plantas, como um fenômeno genuíno que é teoricamente, mas não nutricionalmente, importante. Considera que as plantas adquirem seu carbono (e o oxigênio que elas emitem) largamente pela decomposição de traços de ácido carbônico da atmosfera, que elas adquirem seu nitrogênio e matéria mineral da terra e que elas incorporam grandes quantidades de água, mas somente quando elas podem simultaneamente assimilar ácido carbônico.

1850

Sachs recupera os dados de Woodward e estabelece vários elementos do solo necessários às plantas.

1881

Engelman dempõe a luz sobre uma alga *Cladophora* e percebe maior produção de oxigênio em determinadas faixas do espectro (vermelha, azul e violeta).

1930

van Niel compara os processos das sulfobactérias com os das plantas e deduz que o oxigênio vem da água.

1941

Calvin e seus colaboradores utilizam-se de água e gás carbônico marcados alternadamente com isótopos (O^{18}) constatam não somente que o oxigênio definitivamente vem da água, como identificam todo o processo da fotossíntese, interrompendo cada passo do processo e aos poucos descobrindo os compostos intermediários marcados com o C^{14} .

17 – BIBLIOGRAFIA DA PROPOSTA DE ENSINO

- Asimov, I. **Vida e Energia** São Paulo: Bestseller Importadora de Livros S.A., 1965.
- Asimov, I. **Photosynthesis**. New York & London, Basic Books Inc. Publishers, 1968.
- Atkinson, D. **Scientific Discourse in Sociohistorical Context - The Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1675-1775**. London, Lawrence E. Ass., Publishers, 1999.
- Baker, J.J.W. & Allen, G. E. **Estudos de Biologia - Vol. 1**. São Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda., 1975.
- Baker, J.J.W. **The Vital Process: Photosynthesis**. Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York, 1969.
- Biologia (Biological Sciences Curriculum Study - BSCS) Parte I cap. 09 (versão azul)** – S.Paulo, Edart, 1970.
- Campbell, N. A.; Mitchell, L. G. & Reece, J.B. **Biology: Concepts and Connections**. Redwood City, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1994.
- Campbell, N. A. **Biology (2ed.)**. Redwood City, CA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1990.
- Castellani B. R. & GARDEL, M. Fotossíntese: Uma Abordagem Histórica. **Textos da TV Escola - Ensino à distância**. Prog. 98, 1994.
- Física (Physical Science Study Committee - PSSC) Parte II cap. 11** –São Paulo, Edart, 1972.
- Franklin, Benjamin citado por Joseph Priestley. *apud* Nash, L. K. **Plants and Atmosphere – Case 5**. Cambridge, Harvard University Press, 1952, p. 41)
- Grew, Nehemiah. **The Anatomy of Plants**. London, 1682.
- Hales, Stephen. **Vegetable Staticks**, 2nd ed., with amendments, is vol. I of Statical Essays. London, 1731, ppi-ii, iv-vi.
- Hall, D. O. & Rao, K. K. **Fotossíntese – Vol. 10**. São Paulo, EPU: Ed. da USP, 1980.
- Ingen-Housz, Jan. **Experiments upon Vegetables**. London: 1779 *apud* Nash, L. K. **Plants and Atmosphere – Case 5**. Cambridge, Harvard University Press, 1952, p. 63-64.
- Jacob, F. **A Lógica da Vida**. Rio de Janeiro, Edições Graal, 1983
- Lavoisier, Antoine. **Sur la nature de l'eau**. in Lavoisier's Oeuvres (Paris, 1862-1893), vol. 2, pp. 1-28 *apud* Baker, J.J.W. & Allen, G. E. **Estudos de Biologia - Vol. 1**. São Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda., 1975., p. 182
- McLaren, J. E.; Rotundo, L. & Gurley-Dilger, L. **Biology**. Lexington, Massachusetts: C.C. Heath and Company, 1991.
- Nash, L. K. **Plants and Atmosphere – Case 5**. Cambridge, Harvard University Press, 1952.
- Odum, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985.
- Priestley, J. Experiments and Observations on Different Kinds of Air. in **Joseph Priestley - Selections from his writings**. Edited by Ira V. Brown, The Pennsylvania State University Press, 1962, pp 231-259.
- Priestley, Joseph. - Observations on Different Kinds of Air, **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 62 1772 pp 147-264.
- Ricklefs, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 1996.
- SÃO PAULO (Estado) Secretaria de Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Ciências e Programas de Saúde**. 1984, módulo 18.
- Whatley, J. M. & Whatley, F.R. **A luz e a vida das plantas – Vol. 30**. São Paulo, E.P.U.: Ed. da USP, 1982.
- Wilbrahan, A.C.; Staley, D. D. & Matta, M.S. **Chemistry**. Menlo Park: Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
- van Helmont, J. B. **Ortus Medicinæ** (Leyden, 1648) English translation by J. Chandler, Oriatrick. London: 1662.
- Zitzewitz, P.W. & Neff, R.F. **Physics. Principles and Problems**. Ohio: Glencoe/McGraw-Hill, 1995.

ANEXO II – Questões sobre leitura

Nome:

Por favor responda as seguintes questões numa folha de caderno.

- 1) Para você qual o objetivo da leitura em sala de aula?
 - 2) E fora da sala de aula?
 - 3) O que você lê no seu dia-a-dia?
 - 4) Você gosta de escrever na classe? Por quê?
 - 5) Você gosta de escrever fora da sala de aula, num diário por exemplo?
 - 6) Em sala de aula você costuma anotar o que você considera importante?
 - 7) Se sua resposta da questão 06 for afirmativa por favor responda (na sua folha) o que você normalmente considera importante:
 - (a) o que cai na prova
 - (b) uma informação para sua vida
 - (c) outros
- Por favor justifique sua resposta
- 8) Você gosta de ler na classe? Por quê?
 - 9) Se você gosta de ler costuma solicitar textos ou livros na escola? A quem?
 - 10) Você vê importância na leitura em sala de aula? Por favor justifique sua resposta.
 - 11) Você vê importância na leitura em sua casa? Justifique sua resposta.
 - 12) Qual sua principal dificuldade para estudar textos de ciências solicitados pelo professor?
 - 13) Você prefere ler textos de ciências com o professor, em grupo ou sozinho?
 - 14) Qual a sua principal dificuldade para ler textos de ciências sozinho?
 - 15) Quando você entende um texto diferente do que o professor explicou, o que você faz?
 - 16) Você faz anotações nos livros (textos, revistas, etc...) quando você lê algo que não entendeu ou que lhe chamou a atenção?
 - 17) Quando você estuda você faz resumos ? Sempre? Por quê?
 - 18) Quando você estuda você faz cópias dos textos? Sempre? Por quê?
 - 19) Quando você estuda você faz exercícios ? Sempre? Por quê?
 - 20) Você estuda observando materiais que tenham alguma relação com o que você está lendo, por exemplo, observar uma planta quando você lê sobre ela?
 - 21) Qual é o seu local preferido para estudar?
 - 22) Como é o ambiente de sua leitura: silencioso ou não? Por que?
 - 23) Você já fez alguma leitura que mudou a sua forma de pensar ou ver alguma coisa? Por favor dê exemplos.
 - 24) Escreva o nome de um livro que você gostou de ler.

ANEXO III– Questões sobre Fotossíntese

Nome:

1) Na sua opinião como as plantas e animais aproveitam a luz do sol?

Nome:

2) Você já ouviu falar em fotossíntese? O quê?

Nome:

3) Você já leu algo sobre fotossíntese? O quê?

Nome:

4) Tente montar uma frase que inclua todas as palavras mencionadas abaixo:

cor verde das plantas

luz

sociedade

Fenômenos da natureza

ANEXO IV

ORIGEM DO AMIDO

Você já sabe que os vegetais produzem alimentos através de um fenômeno da natureza - a fotossíntese. Esse alimento produzido tanto por algas unicelulares como por grandes árvores, é utilizado por eles próprios, ou seja, como os vegetais são seres vivos e precisam de energia, os alimentos que eles fabricam (com a energia da luz) são em benefício próprio.

No entanto, outros seres vivos também precisam de energia e acabam se utilizando da energia produzida pelos vegetais, não somente os animais de grande porte, mas também seres unicelulares, por exemplo, alguns protozoários de vida livre.

Além disso, você também já sabe que os alimentos possuem diferentes nutrientes, como as proteínas, as vitaminas e os carboidratos entre outros, e que essa diversidade é muito importante para nossa saúde.

Sendo o amido um tipo de carboidrato qual será sua origem? Como será sua produção? Primeiramente vamos detectar onde ele está presente:

A) Para observarmos isso utilizaremos uma substância que muda de cor em presença do amido. Ela é chamada solução de Iodo. Identifique os alimentos que em contato com o iodo modificam sua cor. Organize sua observação numa tabela da seguinte forma:

- 1) vegetais crus (fruto, folha, semente, raiz, caule)
- 2) alimentos de origem animal
- 3) vegetais modificados pelo homem (triturados, cozidos, etc)

Obs. Preste atenção se o iodo penetrou no vegetal em observação.

B) Questões para reflexão:

Suponhamos que você é o primeiro pesquisador a perceber que o iodo modifica a cor de alguns vegetais e que através de suas pesquisas, além de outras leituras que você já fez, você já sabe que as plantas fazem fotossíntese geralmente nas folhas, e com isso produzem glicose (um tipo de açúcar). Baseado nisso responda:

Se o amido é feito na folha como ele é encontrado em grande quantidade nas raízes da batata por exemplo?

Como você explicaria a origem do amido?

Na sua opinião ele também pode ser encontrado no solo, antes de estar na planta?

Por quê alguns vegetais armazenam mais amido que outros?

Quais são as condições para que haja produção de amido?

Por que é importante comermos alimentos diferenciados?

ANEXO V

A NATUREZA DA LUZ

Todos os tipos de energia radiante têm certas propriedades em comum: por exemplo, todos eles têm, no vácuo, velocidade de 300 mil quilômetros por segundo; todos eles podem ser imaginados como ondas. Cada um deles tem comprimento de onda (distância entre as cristas de duas ondas consecutivas) diferente. Cada um deles transporta quantidade de energia diferente: as ondas de rádio têm longos comprimentos de onda e pouca energia, os raios X têm pequenos comprimentos de onda e muita energia.

Os tipos de energia radiante vão desde as ondas de rádio até os raios X ou raios gama. Os físicos chamam a esse conjunto de espectro eletromagnético e qualquer porção do espectro é conhecida como faixa. As ondas de rádio têm 500 metros de comprimento, isto é, 500 metros de crista a crista, enquanto que os raios X têm um bilionésimo de centímetro de comprimento de onda. Entre esses extremos estão as faixas de radiações ultra violeta, de luz visível e de radiações infravermelhas.

A luz portanto é uma pequena parte da energia conhecida como energia radiante. É a parte a qual nossos olhos são sensíveis. Quando a luz visível atinge um objeto, três coisas podem acontecer:

- pode atravessar o objeto, se este for transparente;
- pode sofrer reflexão, se a superfície do objeto for polida, como a de um espelho;
- ou ser absorvida por um objeto, por exemplo quando a luz incide sobre uma roupa preta.

Esses fenômenos podem ocorrer ao mesmo tempo podendo haver predominância de um deles. Um exemplo disso, é quando vemos através de um material transparente e colorido, os objetos

aparecerem em cores diferentes. Por exemplo, quando vamos ao circo em pleno sol do meio dia e a lona do circo modifica as cores dos objetos que estão dentro do circo! Esses materiais transparentes, sem dúvida, afetam, de algum modo a luz que o atravessa.

Qual a sua opinião a esse respeito: Será que os materiais transparentes adicionam ou retiram “algo” da luz?

A primeira vista, pode parecer uma pergunta difícil; entretanto, algumas experiências simples nos fornecem uma resposta. Antes de mais nada, observe o comportamento da luz do Sol ou de uma lâmpada elétrica, quando ela atravessa uma placa de vidro vermelho ou papel celofane da mesma cor, incidindo numa folha de papel branco. O papel, então aparece vermelho.

Apesar da luz ser branca, o vidro vermelho afetou de algum modo a luz, fazendo-a aparecer vermelha. Suponha que se colocarmos uma segunda placa de vidro vermelho entre a primeira e a nossa vista, de modo que a luz deva atravessar ambas as placas. O que pode acontecer? A cor vermelha ficaria mais ou menos forte?

Hipóteses:

Se o vidro adiciona algo à luz, o papel apareceria com um vermelho mais brilhante que antes.

ou

Se ele retira “algo”, é de se esperar que grande parte deste “algo” seria removido pela primeira placa de vidro.

Qual das duas hipóteses pode estar correta? Se realmente fazemos uma experiência com duas placas de vidro vermelho, percebemos que a segunda tem pequeno efeito, ficando a luz vermelha menos forte que apenas uma placa de vidro.

Podemos explicar a pequena mudança de cor, dizendo que só uma placa não retira completamente as partes não vermelhas da luz, resta algo para o segundo vidro vermelho absorver.

Podemos fazer a mesma experiência, usando duas placas de vidro verde, ao invés do vermelho. Como seria de esperar, a segunda placa verde tem pequeno efeito

Que aconteceria, então se experimentássemos o verde e o vermelho em conjunto?

O que sobra não será vermelho nem verde. Neste estágio de nossa investigação, ainda não conhecemos suficientemente o processo de subtração para prever que cor aparecerá, mas certamente podemos dizer que muito menos luz nos alcançará após atravessar as duas placas de vidro, do que após atravessar qualquer uma delas. Fazendo esta experiência, podemos perceber, que o brilho do papel fica enormemente reduzido, e que a leve coloração remanescente não é vermelha nem verde, mas sim um ténue amarelo ou âmbar. Este resultado nos responde a primeira questão, ou seja, algo é retirado da luz.

Mas o que é esse “algo” que se subtrai da luz branca para lhe dar cor?

Como qualquer artista plástico lhe diria, a cor que você vê é determinada pela natureza do objeto iluminado, pela natureza da luz que o ilumina, e pela condição de seu olho no momento em que a cor é vista. Ela depende, também dos outros objetos que você vê, ao mesmo tempo.

Quando os vidros vermelho e verde são colocados em conjunto, vão retirar quase tudo a luz branca. A maior parte dos materiais comuns vão além, e refletem ou absorvem totalmente a luz branca, não permitindo a transmissão da luz (materiais não transparentes).

Como podemos relembrar a luz branca é mais complexa que a luz de uma só cor, pois ela é composta por luz de diferentes cores: violeta, azul, verde, amarelo, alaranjado e vermelho.

Então, se um feixe de luz incide sobre um vidro vermelho, este transmite e reflete grande parte da luz vermelha e os demais comprimentos de onda são quase totalmente absorvidos.

A faixa de luz visível, geralmente conhecida como espectro de luz, é de particular interesse no estudo da fotossíntese, pois é a partir da absorção de alguns comprimentos de ondas que esse fenômeno acontece. Quais desses comprimentos são utilizados no processo da fotossíntese pelos vegetais?

Questões:

- 1) *Em que uma onda de rádio difere de uma onda de raio X?*
- 2) *Um transmissor de satélite emite certo sinal de rádio para a Lua, recebendo a reflexão 2,7 segundos depois. Que resultado podemos calcular entre a distância da terra e da lua sabendo-se que as ondas percorrem 300.000 quilômetros por segundo?*
- 3) *Como você explica que o vidro transparente vermelho transmite ou reflete apenas a cor do vidro? O que acontece com as outras cores?*
- 4) *Sabendo-se que a maioria das plantas são verdes, qual o comprimento de onda de luz branca você supõe que não é utilizado na fotossíntese?*

Texto adaptado de:

Biologia (BSCS) Parte I cap. 09 - S. Paulo, Edart, 1967.

Física (PSSC) Parte II cap. 11 - São Paulo, Edart, 1972.

ANEXO VI

CIÊNCIAS 8^A. SÉRIE – TEXTO DE APOIO: A NUTRIÇÃO DOS VEGETAIS

Em nossa aula de identificação do amido pudemos observar e constatar várias coisas:

- alguns vegetais tem mais amido que outros;
- no solo não existe amido, pois ele é fabricado pelas plantas, principalmente pelas folhas, apesar de algumas raízes possuírem bastante amido, isso não significa que ele é produzido nesse local, ele é apenas transportado para lá;
- o amido é uma molécula grande que contém várias moléculas de glicose. Quando comemos alimentos com amido, ele é quebrado pela saliva liberando a glicose, por isso é possível dizer que esses alimentos são bastante energéticos, porém precisamos de outros tipos, que contenham vitaminas e proteínas, pois cada um exerce uma função diferente no organismo;
- quem produz o amido geralmente é a folha e as condições para sua produção é que haja gás carbônico (CO_2), água (H_2O) em presença de luz que se transforma em glicose e oxigênio. Várias moléculas de glicose formam uma molécula de amido.

Com exceção de alguns microrganismos, que também fazem fotossíntese, os vegetais (inclusive as algas marinhas) são responsáveis diretos pela produção de oxigênio (O_2) e pela fabricação de alimentos, através de compostos simples como a água (H_2O) e o dióxido de carbono (CO_2).

Não é incrível que a partir de um gás e um líquido, o vegetal produza oxigênio e alimento? Pois é, já há algum tempo, a ciência tem investigado que substâncias como o amido, as proteínas, gorduras, vitaminas são produzidas pelos vegetais. Por isso, eles são chamados de produtores e como os animais consomem as substâncias que os vegetais produzem são chamados de consumidores.

Porém existe muita confusão por parte das pessoas quando pensam na produção de alimento pelo vegetal, pois muitos consideram que eles somente são absorvidos pelas raízes sem que haja qualquer transformação na planta. Essa idéia já foi aceita pela ciência em determinadas épocas. Por exemplo, Aristóteles (384-322 a.C.) considerava que as

plantas retiravam o alimento diretamente do solo. Como as plantas crescem no solo é fácil confundir, que o material que as compõe seja retirado dele e não transformado dentro delas.

Somente há 300 anos atrás quando van Helmont (1577-1644) fez um experimento bem interessante que contrariou essa forma de pensar. Vamos conhecê-lo nas próprias palavras desse cientista:

“Tomei um vaso de barro, no qual coloquei 100 quilogramas de terra que havia secado em um forno e que umedei com água de chuva e ali plantei o caule de um salgueiro que pesava dois quilogramas e meio. E eis que, passados cinco anos, a árvore que ali se originou pesava cerca de 80 quilogramas. Quando era necessário, eu sempre umedecia o vaso de barro com água de chuva ou água destilada, e o vaso era grande e estava implantado na terra. Para que a poeira levada pelo vento não se misturasse à terra do vaso, cobri-lhe a abertura com uma placa de ferro revestida de estanho e com múltiplas perfurações. Não computei o peso das folhas que caíram em quatro outonos. Por fim, tornei a secar a terra do vaso e ali encontrei os mesmos 100 quilogramas, com alguns gramas a menos. Portanto, 80 quilogramas de madeira, cortiça e raízes, surgiram unicamente a partir da água.”

Observe a desenho:

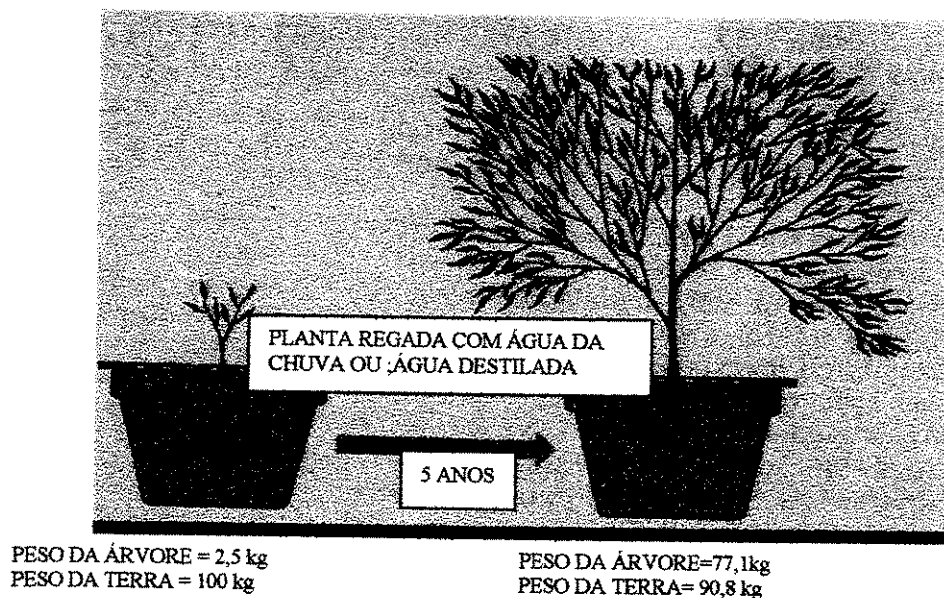


Figura 1 – Experiência de van Helmont. Ele concluiu que o aumento do peso revelado pela planta era inteiramente devido à água que lhe havia fornecido durante o período de cinco anos.

Você concorda com a última frase de Van Helmont? Por quê?

Nessa época ainda não se havia inventado o microscópio e ainda não se pensava na participação da atmosfera no processo da fotossíntese, por isso van Helmont atribuía toda a transformação observada resultante da água.

MAS COMO PODEMOS SABER SE O OXIGÊNIO REALMENTE É PRODUZIDO NA FOTOSSÍNTESE?

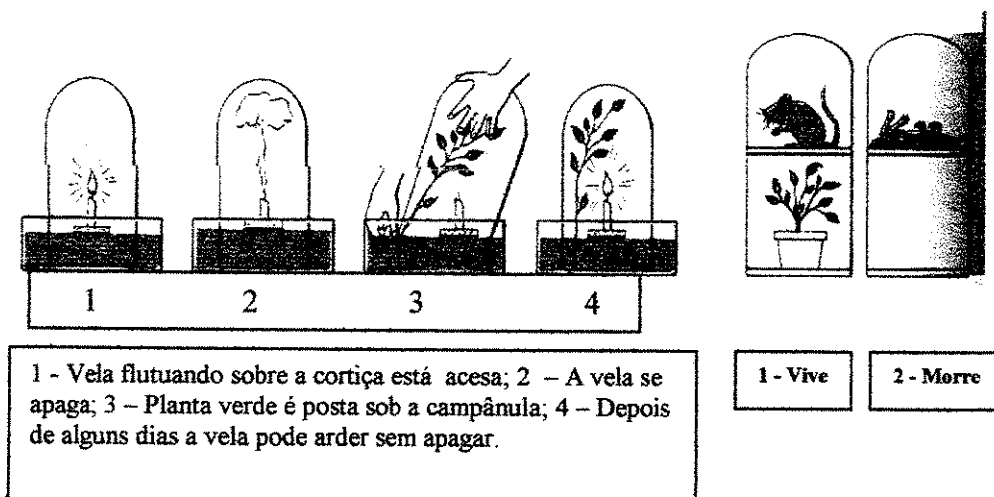
Em 1770 o pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804) foi mais um passo adiante na descoberta dos processos da fotossíntese. Como químico Priestley também se interessava pela investigação dos gases envolvidos na vida vegetal. Através de experimentações compreendeu que velas acesas e animais “prejudicavam” o ar tornando-o incapaz de permitir vida.

“A quantidade de ar de que até uma chama necessita é prodigiosa. Diz-se geralmente que uma vela comum consome, por assim dizer, cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. Considerando esse admirável consumo de ar, por fogo de todos os tipos, vulcões, etc., vêm a se constituir em importantes objetos de indagação filosófica, que alterações são produzidas na constituição do ar pelas chamas e a descoberta de que medidas são tomadas pela natureza para reparar os danos que a atmosfera recebe por esse meio”.

Priestley estava muito perto de resolver seu problema. Pensava em hipóteses que pudessem dar conta da restauração do ar na natureza. Para ele não poderia existir vida por muito tempo se não existisse essa função de restauração. Até que acidentalmente fez uma descoberta importante:

“Gabo-me de haver acidentalmente atinado com um método de restauração do ar que tenha sido danificado pela combustão de velas, e de descobrir pelo menos um dos restauradores que a natureza utiliza para essa finalidade. É a vegetação... De que maneira esse processo opera na natureza, para conseguir tão notável efeito, não pretendo ter descoberto.”

Para termos idéia dos experimentos de Priestley é simples. Observe o desenho:



Realmente Priestley não chegou a descobrir todo o processo (na verdade ainda hoje estamos tentando descobrir), mas a sua conclusão de que as plantas revertiam os efeitos da respiração e purificavam o ar foram um passo a mais na construção desse conhecimento científico. Na época suas conclusões foram recebidas com severas críticas por outros pesquisadores, porque os mesmos não conseguiam obter os mesmos resultados. (talvez por fazerem seus experimentos em locais escuros).

Hoje sabemos que o oxigênio é indispensável para a queima de qualquer combustível: parafina, álcool, gás, fogão, carvão, lenha, etc. Mas não é apenas na queima que ele é consumido: a maioria dos seres vivos consome esse gás na respiração. Assim, se colocarmos um animalzinho sob a campânula, ele morre em pouco tempo por falta de oxigênio.

PARA OBSERVARMOS:

1) CONSTRUINDO UM TERRÁRIO

O que pode acontecer com uma planta se ela ficar no escuro? E se ela ficar no claro? Para conseguirmos essa resposta iremos fazer o seguinte experimento.

A) Coloque em um vidro transparente (de maionese, palmito, etc) camadas de mais ou menos 1 cm de altura de areia e solo de jardim. Plante uma muda de algum vegetal de preferência folhagens, pois são mais resistentes. Coloque um pouco de água e forre a boca do vidro com papel filme (*magipack*). Anote o dia em que você fez o terrário.

B) Para que você consiga responder a questão feita acima deixe um terrário onde haja luz e faça um segundo colocando-o no escuro.

C) Anote o resultado depois de 10 dias.

Em sua opinião, essas plantas morrerão? Por quê?

Quais os componentes vivos e não vivos do terrário?

2) OBSERVANDO A PRODUÇÃO DE GASES

Para discutirmos essa questão vamos fazer um pequeno experimento. Se pegarmos uma planta aquática (*Elodea*) e a colocarmos num tubo de ensaio imerso na água e

completamente cheio de água em presença de luz podemos perceber que uma pequena quantidade de um gás é produzido. Que esse gás é esse?

Se a planta respira por quê ela produz esse gás?

BIBLIOGRAFIA

Amorim, A.C.B. & Braúna, R.C. **A nutrição dos vegetais**. Texto de apoio.

Baker, J.J.W. & Allen, G. E. **Estudos de Biologia - Vol. 1**. São Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda., 1975.

L.K. Nash **“Plants and Atmosphere”**, Harvard Case Histories in Experimental Science. Vol.II (Cambridge: Harvard University Press, 1957) pp325-436.

ANEXO VII

“LUZ DO SOL”

Caetano Veloso

“LUZ DO SOL
QUE A FOLHA TRAGA E TRADUZ
EM VERDE NOVO
EM FOLHA EM GRAÇA EM VIDA EM FORÇA E LUZ
CÉU AZUL QUE VEM ATÉ ONDE OS PÉS TOCAM A TERRA
E A TERRA INSPIRA E EXALA SEUS AZUIS
REZA REZA O RIO
CÓRREGO PRO RIO, RIO PRO MAR
REZA CORRENTEZA ROÇA A BEIRA, AREIA
MARCHA O HOMEM SOBRE O CHÃO
LEVA NO CORAÇÃO UMA FERIDA ACESA
DONO DO SIM E DO NÃO
DIANTE DA VISÃO DA INFINITA BELEZA
FINDA POR FERIR COM A MÃO ESSA DELICADEZA
A COISA MAIS QUERIDA
A GLÓRIA DA VIDA
LUZ DO SOL QUE FOLHA E TRADUZ
EM VERDE NOVO
EM FOLHA EM GRAÇA EM VIDA EM FORÇA E LUZ”

ANEXO VIII - PRODUÇÃO DE TEXTO

OLHA MEU AMOR
HOJE O SOL NÃO APARECEU
É O FIM DA AVENTURA HUMANA NA TERRA
OLHA BEM MEU AMOR HOJE ESTAMOS NÓS DOIS NA ARCA DE NOÉ
É O FIM DA ODISSÉIA TERRESTRE
MINHA PEQUENA EVA, EVA
O NOSSO AMOR NA ÚLTIMA ASTRONAVE, EVA
ALÉM DO INFINITO EU VOU VOAR SOZINHO COM VOCÊ
E VOANDO BEM ALTO.....

Esta letra de música é só para você se inspirar...

Imagine que você é um dos últimos sobreviventes do planeta e precisa procurar outro lugar para viver, pois devido as inúmeras explosões atômicas durante a 3ª. Guerra Mundial, o mundo se tornou inabitável. O cenário é caótico e desolador, pois o planeta está arrasado. Apesar disso, você está embarcando numa espaçonave, indo para um pequeno planeta que pode ser repovoado. Porém alguns fatores são importantes, pois se por um lado algumas condições parecidas com o nosso ex-planeta Terra, outras são bem adversas:

- temperatura semelhante a da Terra,
- água encontrada em estado líquido (metade de sua superfície é recoberta por água),
- devido a presença de uma camada densa de gases em sua atmosfera, um estranho fenômeno acontece: como um prisma a luz é decomposta na atmosfera refletindo os diferentes comprimentos de onda, em diferentes regiões da superfície,
- desses gases presentes na atmosfera não há a presença do oxigênio,
- além dessas características, o “novo” planeta não possui nenhum tipo de ser vivo.

Levando em conta essas características, você precisa decidir o que deve levar para povoar o planeta e a sua escolha é importantíssima, pois depende de você o futuro da espécie humana!!!!!!

Como limites você tem o peso e espaço para a carga da espaçonave (1 tonelada ou 1000 quilogramas), além de um suprimento de um ano de oxigênio e alimentos, para você e sua tripulação (total de seis pessoas).

Diante desse cenário imaginário, escreva um texto utilizando sua imaginação, criatividade e conhecimentos (que poderão ajudá-lo a tomar as decisões mais apropriadas). Relate os itens que você escolheu para a viagem e justifique porque você os escolheu. Também conte como você se “virou” no novo planeta e como essa aventura termina, OK?

Você poderá contar sua história escrevendo de diferentes formas, escolhendo um estilo: uma carta a uma pessoa conhecida que não sabe o que aconteceu, um artigo de jornal, um livro infantil com ilustrações, uma história em quadrinhos, uma história de ficção, um diário de bordo da espaçonave.

BOA SORTE E BOM TRABALHO!

ANEXO IX - "ILUMINANDO" O FENÔMENO DA FOTOSSÍNTESE

Um dos primeiros cientistas a se preocuparem com a luz no fenômeno da fotossíntese foi o alemão T.W. Engelman, o qual provou que a clorofila absorve determinados comprimentos da luz branca. Em 1881, utilizando-se de uma alga, (a *Cladophora*) e bactérias aeróbias que procuram altas concentrações de oxigênio, pode constatar que através da decomposição da luz (num diminuto espectro luminoso) incidida em um pequeno filamento da alga, havia maior ou menor concentração de bactérias dependendo das cores do espectro. Em outras palavras, ele concluiu que em determinados comprimentos de onda, a fotossíntese era mais intensa, pois onde havia maior quantidade de oxigênio, havia maior concentração de bactérias. Isso mostra que a fotossíntese possui um "espectro de ação", ou seja, os diferentes comprimentos de onda da luz branca.

Reuna-se com seu grupo e planeje um experimento onde você possa constatar quais são esses comprimentos de onda que atuam mais intensamente no processo da fotossíntese.

No desenvolvimento do conhecimento do conceito, F.F.Blackman no início deste século mediu a produção de O_2 de uma planta aquática denominada *Anacharis densa* mediante a sua exposição à várias intensidades luminosas. Verificou que muito ao contrário do que se pensava ou se pensa até hoje, a eliminação de O_2 depende diretamente da intensidade da luz somente dentro de uma faixa limitada. Ou seja, aumentos na intensidade da luz não resultavam em aumento progressivo do oxigênio produzido. E o contrário também ocorria, quando a diminuição da luz chegava a zero a taxa de O_2 diminuía ou cessava por completo. Concluiu também que a luz seria responsável por uma parte do processo (reação no claro) a outra talvez pudesse ocorrer no escuro. Somente anos mais tarde sua hipótese pode ser confirmada.

Você já sabe que uma das cores menos utilizadas no processo da fotossíntese é a verde, pois geralmente as cores que enxergamos são as que são refletidas dos objetos. Portanto para procurarmos resolver esta questão que tal pensarmos num experimento?

No entanto, uma dúvida pode aparecer: se a cor verde é refletida, qual a cor que é absorvida pela planta?