

## **COMPREENDENDO O MODO DE VIDA AUTÓTROFO: CONCEPÇÕES DE ALUNOS SOBRE A FOTOSSÍNTESE**

*Comprehension of the autotrophic life mode: conceptions of students about photosynthesis*

**Cristina dos Santos Bianchi** [crisbianchibr@yahoo.com.br]

*Secretaria do Estado da Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ)*

*Rua Professor Pereira Reis, 119, Santo Cristo, Rio de Janeiro/RJ, 20220-800, Brasil.*

**Waisenhowerk Vieira de Melo** [werk@uerj.br]

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/RJ)*

*Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro/RJ, 20550-900, Brasil.*

### **RESUMO**

Tentando superar uma visão mecanicista do ensino de Ciências tradicional, propomos um trabalho sob uma perspectiva de ensino construtivista, onde o diagnóstico das concepções dos alunos é etapa fundamental para o seu desenvolvimento. Assim, buscamos analisar concepções de alunos do 2º ano do ensino médio de um colégio estadual do Rio de Janeiro sobre fotossíntese, e como compreendem o modo de vida autótrofo. Para isso, utilizamos uma avaliação diagnóstica contendo mitos sobre a fotossíntese, e propusemos a construção de um terrário que foi trabalhado com o auxílio de um estudo dirigido. Nossos resultados demonstram a necessidade de contemplar as lacunas de conhecimento adquiridas ao longo do ensino fundamental, e também as vantagens de um trabalho realizado com o intento do desenvolvimento de uma visão holística.

**Palavras chave:** fotossíntese; mudança conceitual; terrário; ensino de Ciências e Biologia; construtivismo.

### **ABSTRACT**

To try overcome the mechanistic view of traditional teaching Science, we propose a constructivist teaching work, where the principal step to their development is the diagnostic of students' conceptions. Thus, we analyzed the conceptions of students of a high school from Rio de Janeiro city about photosynthesis, and how they understand the autotrophic life mode. For this, we took a diagnostic test with myths about photosynthesis, and made a terrarium that was studied with a help of a directed list of exercises. Our results show the necessity of regard for knowledge gaps acquired throughout the elementary school, as well as the advantages of a work performed to develop a holistic view.

**Key-words:** photosynthesis; conceptual change; terrarium; teaching Science and Biology; constructivism.

*Luz do Sol que a folha traga e traduz,  
Em verde novo,  
Em folha, em graça, em vida, em força, em luz...  
(Caetano Veloso)*

## **Introdução**

Uma das questões mais intrigantes em nosso ponto de vista, sobre o ensino do tema “fotossíntese” é por que, na maioria dos livros didáticos que já trabalhamos até hoje, este aparece subsequente ao tema “respiração celular”, uma vez que a fotossíntese é a etapa metabólica chave para a obtenção de energia que sustenta a vida no planeta. Tampouco se justifica evolutivamente, e cremos que todas as dificuldades de compreensão deste tema estão implícitas nesta questão inicial, direta ou indiretamente.

Neste sentido, nossa primeira colocação é acerca da descoberta da “restauração do ar”. Joseph Priestley, no século XVIII, nos deixou “seguros” em saber que nenhum vegetal cresce “em vão”. Esta visão utilitarista se constitui em um dos grandes obstáculos em torno da compreensão do tema (Almeida, 2005), derivada de uma visão antropocêntrica de desenvolvimento econômico (Bianchi e Melo, 2009), um obstáculo ontológico (Pozzuto e Micheletti, 2011).

Outra colocação é sobre o modelo de racionalidade científica, constituída a partir da revolução científica do século XVI, fortemente enraizado no ensino de ciências. O obstáculo constituído por este, entre outros, é o epistemológico, constituindo-se na fragmentação do conhecimento, e sua incapacidade de captar o complexo, ignorando suas subjetividades (Morin, 2013). Além disso, uma visão estática dos fenômenos naturais predomina em um ensino de ciências descontextualizado. Nossa crítica a este modelo ultrapassa seus obstáculos ao ensino: “O determinismo mecanicista é o horizonte certo de uma forma de conhecimento que se pretende utilitário e funcional, reconhecido menos pela capacidade de compreender profundamente o real do que pela capacidade de dominar e transformar.” (Santos, 2010, p. 17).

Assim, temos em vista, que superar métodos de ensino subjacentes ao cientificismo mecanicista precisa estar no rol de prioridades de um ensino de ciências consoante com as evoluções científico-sócio-culturais do século XXI. Propomos então neste estudo, uma investigação sobre uma dificuldade específica, a incompreensão do modo de vida autótrofo pelos estudantes da educação básica sob uma perspectiva holística e construtivista (Coll e Solé, 2006), apontando como imprescindível, conhecer as pré-concepções dos alunos (Mauri, 2006) durante o processo. E com a análise do processo e seus resultados, propomos a construção de uma “cultura reflexiva” a partir do trabalho docente (Gomes e Casagrande, 2002).

## **Metodologia**

Construímos um plano de trabalho a ser aplicado a alunos de 2º ano do ensino médio de um colégio estadual da cidade do Rio de Janeiro, em aulas de Biologia. Portanto, o que relatamos aqui é nossa experiência vivida como professor pesquisador (Moreira, 1998). Todos os alunos ficaram cientes e concordaram que seu aprendizado nesta experiência seria utilizado, anonimamente, como dados de pesquisa e aprimoramento do trabalho do ensino de Biologia.

No primeiro encontro aplicamos uma avaliação diagnóstica (tabela 1) a 74 alunos, e procedemos a uma explanação sobre a manutenção da vida no planeta. No final, propusemos questões para o reforço da aprendizagem e instruímos os alunos a se organizarem em grupos de no máximo cinco alunos para construírem, em casa, um terrário (figura 1), conforme instruções dadas no momento da aula.

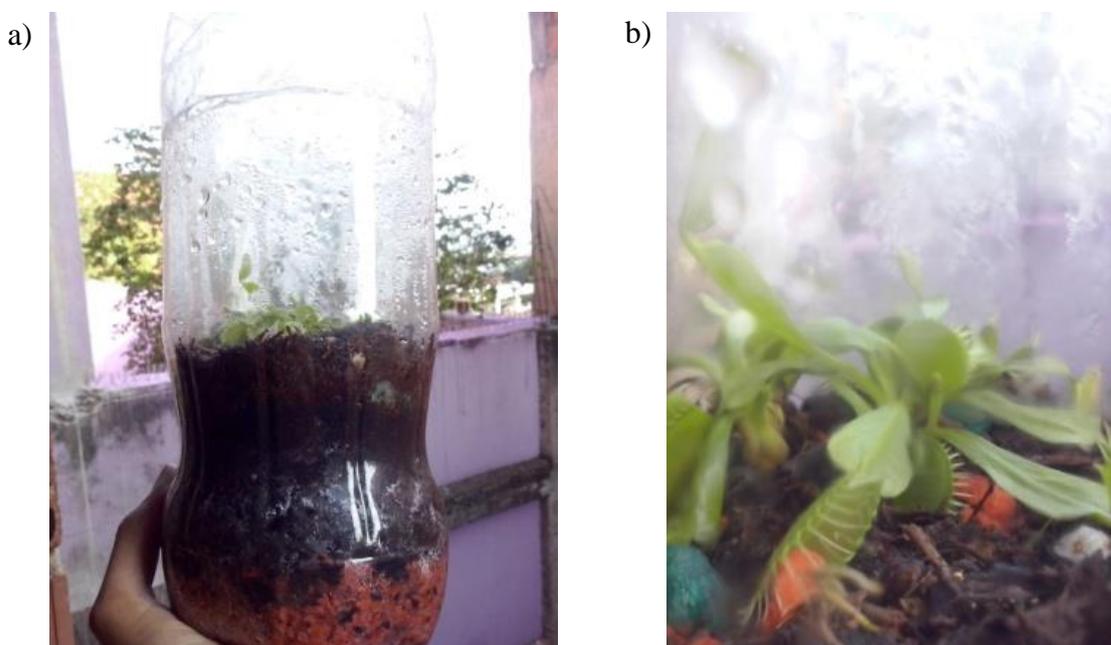


Figura 1 – Terrário montado por um grupo de alunos. Em “a” temos a estrutura com a garrafa PET, fechada em sua parte superior com o fundo de outra garrafa e lacrada com fita adesiva, e percebemos a movimentação da água condensada na parede interna da garrafa; em “b”, o detalhe da planta *Dionaea* sp.

Na semana seguinte, discutimos as formas como construíram os terrários, e após uma pequena explanação sobre transformações de energia e ciclo da matéria, os grupos formados se organizaram para responder um estudo dirigido com nove questões, e desta vez, participaram 88 alunos, em um total de 20 grupos de 4 a 5 alunos (tabelas 2 a 7).

No terceiro encontro, corrigimos as questões do estudo dirigido em uma apresentação visual, utilizando um programa de apresentação de “slides” e um projetor de mídia digital, promovendo desta forma, uma revisão geral dos conteúdos trabalhados.

Duas semanas após, aplicamos uma segunda avaliação diagnóstica (tabela 8) a 58 alunos. Por fim, depois de três semanas estudando conteúdos do metabolismo celular (fotossíntese, fermentação e respiração celular), aplicamos uma avaliação, onde colocamos uma das questões que os alunos apresentaram maior dificuldade de compreensão, relacionada ao modo de vida autótrofo.

Analisamos nossos resultados de acordo com as etapas propostas por Bardin (2009), que incluem uma pré-análise, seguida de exploração do material para tratamento dos dados e, por fim, sua interpretação, que em nosso caso prevaleceu uma abordagem quali-quantitativa.

## Resultados e Discussão

No primeiro encontro, lançamos a pergunta-problema inicial às turmas: “o que é essencial à manutenção da vida no planeta?” Após a breve reflexão e dedução de que um dos fatores primordiais que sustentam a vida é a energia obtida do alimento, chegamos ao de origem vegetal e a forma como este consegue obter seu alimento. No entanto, apenas alguns alunos associaram os vegetais ao modo de vida autótrofo, respondendo que “produzem seu próprio alimento pela fotossíntese”. E paradoxalmente, não conseguiram associar a fotossíntese à produção de moléculas orgânicas como a glicose, fazendo uma associação direta com a produção de oxigênio. Esta resposta surge de forma automática, demonstrando a redução mnemônica do tratamento do tema em séries anteriores, e também a visão utilitarista reforçada pelo paradigma mecanicista de ensino de ciências.

Logo após esta motivação inicial, aplicamos uma pequena avaliação diagnóstica intitulada “Mitos e verdades sobre a fotossíntese”, onde os alunos deveriam colocar a letra V para verdadeiro e F para falso. Tivemos o cuidado de evitar influências dos colegas, recolhendo a avaliação assim que terminavam. Notemos que todas as afirmativas são falsas.

**Tabela 1** – Respostas corretas aos itens formulados sobre mitos da fotossíntese.

Questão	Respostas corretas	%
1. As florestas são as maiores fontes de oxigênio do Planeta.	9	12,2%
2. As plantas nos protegem de qualquer tipo de poluição.	60	81,1%
3. Plantas se alimentam através das raízes, absorvendo nutrientes do solo.	5	6,8%
4. A função da fotossíntese é renovar o ar que respiramos.	22	29,7%
5. A fotossíntese é a respiração do vegetal.	17	23%
6. Plantas não respiram, só fazem a fotossíntese.	63	85,1%
7. A planta faz fotossíntese de dia e respira à noite.	47	63,5%
Total de alunos: 74		

Esta avaliação diagnóstica foi estimulada pela questão: “o que os estudantes pensam sobre nutrição vegetal?”, trabalhada na pesquisa dos autores Kawasaki e Bizzo (2000), como também em experiências nossas anteriores, avaliando concepções de estudantes sobre o modo de vida autótrofo (Aguiar et al., 2013). Assim, elegemos questões do senso comum, baseados também, em nossa experiência empírica de sala de aula, para verificar as concepções dos estudantes.

Destacamos primeiramente quatro concepções que predominam na mente dos alunos. A primeira é a de florestas como maiores fontes de oxigênio do planeta (item 1 da tabela 1). Sabemos que grandes organismos produtores são também grandes consumidores de oxigênio através da respiração, mas o mito de que a Amazônia seria o “pulmão do mundo”, um “pulmão fonte de oxigênio”, por exemplo, deve ajudar ainda hoje a manutenção desta ideia (Silva, 2004), tanto que observamos um percentual de 87,8% dos alunos creditando a assertiva, já que 12,2% a assinalaram como falsa.

Contudo, a concepção mais acreditada é sobre um modo heterótrofo de vida vegetal, onde “plantas se alimentam através das raízes, absorvendo nutrientes do solo” (item 3 da tabela 1 com 93,2% de assinalações “V”). A noção de que vegetais absorvem alimento do meio é amplamente perpetuada na sociedade. Um dos motivos é a visão dissecada de organismo predominante no ensino de ciências, que atribui funções aos órgãos de um vegetal modelo, e não as integram como um todo. A outra é a aproximação dos estudantes da ideia de nutrição

vegetal heterótrofa por ser o modelo que experimentam em suas vidas (Kawasaki e Bizzo, 2000; 1999).

A crença de que “a fotossíntese é a respiração do vegetal” é outra concepção muito forte (item 5 da tabela 1 com 77% de assinalações “V”) na ideia de nossos jovens, e afirmamos que esta visão resulta também da aproximação do modelo experimentado na vida dos estudantes.

“A função da fotossíntese é renovar o ar que respiramos” também aparece bastante na ideia dos alunos (item 4 da tabela 1 com 70,3%). Nosso atual modelo de desenvolvimento econômico, antropocêntrico e despreocupado com os resíduos de sua produção (Bianchi e Melo, 2009), reforça a ideia de que todas as funções dos organismos existentes se destinam a servir a vida humana. Destacamos aqui, a influência da sociedade nas pré-concepções dos alunos.

Catorze alunos fizeram uma associação do vegetal com uma “super” proteção (item 2 da tabela 1, 18,9%) contra quaisquer tipos de poluição, demonstrando que uma maioria (81,1%) conhece outros tipos de poluição além da atmosférica, como constatado no momento após o recolhimento das avaliações. Citaram poluição sonora, visual e radioativa. Esta questão foi pensada no fato de que florestas não são grandes fontes de oxigênio, mas grandes reservatórios de carbono (Silva, 2004). No entanto, existe na mídia grande veiculação de assuntos relacionados, que provavelmente, facilitaram este conhecimento aos estudantes.

Já onze alunos (item 6 da tabela 1, 14,9%) afirmaram que “plantas não respiram, só fazem a fotossíntese”, porém, dois deles se contradisseram ao afirmar como verdadeiro também, que plantas fazem fotossíntese de dia e respiram à noite. Isto significa que nove alunos (12,2%) e não onze realmente pensavam que plantas não respiram.

Por fim, é considerável o número de alunos que pensam que fotossíntese ocorre de dia e respiração ocorre à noite (item 7 da tabela 1 com 36,5%), refletindo mais um dos resultados de um ensino de ciências compartimentado.

Após recolhermos as avaliações diagnósticas, esclarecemos cada um dos mitos. A maioria se demonstrou surpresa com as novas informações. Prosseguimos com a explanação e sistematização das ideias, notando boa participação e interesse dos alunos. Ao final deste encontro, explicamos aos alunos os procedimentos para a montagem de um terrário de garrafa PET (figura 1), que deveriam construir em grupo para a semana seguinte, e propusemos exercícios para reforço da aprendizagem. Em sua correção, notamos boa compreensão das turmas de forma geral. Mas só poderíamos ter essa certeza com mais uma avaliação, o que ocorreu na semana seguinte, com os alunos de posse de seus terrários.

No segundo encontro, o terrário já estava pronto, então compartilhamos as experiências de como foram construídos. Alguns colocaram o carvão na camada errada, outros colocaram água demais, embora as medidas estivessem prescritas. Houve muitas dúvidas a respeito da sobrevivência do vegetal em perguntas como: “A planta sobrevive? E o ar? E a água?”. Ninguém se preocupou com sua nutrição, a não ser o grupo que colocou plantas carnívoras (figura 1), já que não entrariam insetos. Não respondemos as dúvidas de pronto, já que faria parte do estudo dirigido que iriam desenvolver. Passamos a uma rápida explanação sobre energia e matéria no planeta e as turmas se organizaram em grupos para responder às questões. Um fato que chamamos atenção é que para responder o trabalho, seria necessário

recordar conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, como o ciclo da água e a composição do ar.

Das nove questões propostas, faremos a avaliação somente das cinco primeiras do estudo dirigido, por se relacionarem com as concepções que desejamos avaliar. Cada resultado será demonstrado em uma tabela (da tabela 2 à tabela 7) onde procuramos agrupar as respostas por similaridade. Lembremos que nesta etapa temos 20 trabalhos avaliados, correspondentes aos grupos formados em sala de aula.

**Tabela 2** – Respostas à questão 1: “Que caminhos a água que você acrescentou deverá percorrer no terrário, a partir do solo?”

<b>Categorias de respostas</b>	<b>Número de grupos</b>	<b>%</b>
Citou ciclo completo incluindo o vegetal.	0	0
Citou o ciclo completo não incluindo o vegetal.	3	15%
Citou apenas solo, pedras e carvão sem ocorrer o ciclo.	9	45%
Citou apenas solo, pedras, carvão e vegetal sem ocorrer o ciclo.	8	40%

Vemos aqui na tabela 2 com a questão “que caminhos a água que você acrescentou deverá percorrer no terrário a partir do solo?”, que a ideia do ciclo completo, com referências à evaporação e retorno ao solo, apareceu em apenas três grupos, e que nenhum grupo mencionou o elemento vivo neste caso. A noção de ciclo é ainda muito estagnada no ensino de ciências, quer dizer, os alunos visualizam figuras inertes, que pouco demonstram ou são associadas às suas realidades. Mesmo percebendo a água condensada nas garrafas que estavam de posse no momento da atividade, não fizeram a associação do que estavam observando, com o que um dia estudaram sobre o ciclo da água.

O ensino de ciências tem se demonstrado solto e estanque. Solto pela dissecção das partes e não reconstrução do todo, como já mencionamos. E isto tem resultado na falta de capacidade de os alunos enxergarem os organismos como um complexo integrado, sobretudo com o meio. Também estanque por parecer sem movimento, inerte e estagnado, em um ciclo da água figurativo, por exemplo, onde o vapor não sobe, a chuva não cai, os rios não correm e as nuvens nunca se desfazem.

Passando à questão da tabela 3, “qual a composição do ar dentro do terrário?”, dos cinco grupos que citaram mais gases além de  $\text{CO}_2$  e de  $\text{O}_2$ , apenas um citou gases como  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2$ . Os outros utilizaram a expressão “outros gases” (dados não mostrados). A citação dos gases  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  aparece em 80% das respostas, ratificando a visão de ensino de ciências antropocêntrica e segmentada, já que são gases presentes no estudo da respiração. O fato de serem apresentados aos alunos também no estudo da fotossíntese, no ensino fundamental, remete os alunos à noção de “contrário da respiração”, sendo esta a ideia de referência para os alunos, como já comentado no resultado da tabela 1, quinto item. É interessante registrar aqui, que ao perguntarmos oralmente às turmas qual o gás mais abundante da atmosfera, existe quase unanimidade sobre o oxigênio, exaltando sua funcionalidade na manutenção da respiração. Quando há dúvidas, a segunda opção é o gás carbônico.

**Tabela 3** – Respostas à primeira parte da questão 2: “Qual a composição do ar dentro do terrário?”

<b>Composição do ar</b>	<b>Número de grupos</b>	<b>%</b>
Mais gases além de $\text{CO}_2$ e de $\text{O}_2$	5	25%
Somente $\text{CO}_2$ e $\text{O}_2$	5	25%

Somente O <sub>2</sub>	5	25%
Somente CO <sub>2</sub>	1	5%
Não cita gases	1	5%
Não compreenderam a questão	2	10%
Não responderam a questão	1	5%

Na avaliação da tabela 4 temos a continuação da questão anterior: “esta composição irá se modificar ao longo do tempo?”. Um dos grupos deixou a questão em branco e dois não a compreenderam, motivo pelo qual entendemos que deve ser refeita. Aproveitaremos, porém, as respostas de 17 grupos. Aqui, os alunos precisariam considerar um sistema lacrado, onde não entrariam ou sairiam gases, como também a dinâmica dos gases na respiração e na fotossíntese, portanto sua capacidade de se manter em equilíbrio. Isto aconteceu com sete grupos, embora alguns demonstrassem uma dinâmica de gases confusa. Os dez grupos que acharam que a composição do ar iria se modificar, embora tenham considerado uma dinâmica de gases, esta se demonstrou unidirecional. A não ser no caso da hipótese da ausência de luz. Mesmo assim, a ideia de esgotamento do ar é muito forte, já que se sentem incomodados com o vegetal “confinado” a um sistema lacrado, percebido nas suas dúvidas e depoimentos antes do estudo dirigido ter se iniciado.

**Tabela 4** – Respostas à segunda parte da questão 2: “Esta composição irá se modificar ao longo do tempo? Justifique.”

%Resposta	Justificativas
<b>Sim</b> 50% ou 10 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “O ar irá se esgotar; a planta começa a usar oxigênio; a planta absorve o carbono e libera oxigênio; a planta transforma oxigênio em gás carbônico; o ar é renovado o tempo inteiro; as plantas irão respirar o oxigênio que irá se transformar em carbono; através da fotossíntese irá se transformar em oxigênio; caso haja ausência de luz solar.”</li> </ul>
<b>Não</b> 35% ou 7 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “A planta está respirando e filtrando o ar; o ar que está fora é igual ao de dentro; pela fotossíntese absorve gás carbônico e oxigênio, e por fim libera o que absorveu; porque está lacrado; pois ela faz o processo de respiração utilizando O<sub>2</sub> e ao mesmo tempo faz a fotossíntese.”</li> </ul>

A questão da tabela 5, “o vegetal conseguirá sobreviver dentro deste ambiente lacrado? Justifique.”, confirma a sensação de incômodo percebida no início da atividade e expressa nas respostas da tabela 4. Sete grupos não acreditam que o vegetal sobreviverá, sendo que um dos motivos é a possibilidade da ausência de luz. Assim, julgamos esta análise, apesar de correta, influenciada pelo incômodo de ver o vegetal em um sistema fechado. Asfixia e privação também estão presentes na noção dos estudantes. No entanto, treze grupos conseguiram associar a sobrevivência do vegetal ao ciclo da matéria presente no recipiente e à fonte de energia para a realização da fotossíntese.

Contudo, a noção da incapacidade de sobrevivência neste ambiente, é superada na questão apresentada na tabela 6 “se houver algum animal, ele deverá morrer asfocado? Justifique”. Desta vez, a presença da concepção de um sistema lacrado que impossibilita a vida, se reduz de sete para três grupos, refletindo uma associação que classificamos como seletiva, isto é, o vegetal não se subsiste, mas é capaz de fazer subsistir um animal, já que precisa de “carbono” que “irá acabar e a planta irá se asfixiar” (tabela 5), mas “produz oxigênio suficiente” (tabela 6) para a sobrevivência do animal. Chama-nos também a atenção, o fato de que a vida

humana seria diferente da vida de uma minhoca, em termos de necessidade de ar, levando-nos a crer, que na concepção dos alunos, alguns seres não respiram.

**Tabela 5** – Respostas à questão 3: “O vegetal conseguirá sobreviver dentro deste ambiente lacrado? Justifique.”

<b>%Resposta</b>	<b>Justificativa</b>
<b>Sim</b> 65% ou 13 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Possui todos os ingredientes necessários para a planta sobreviver e sendo exposta ao sol criará energia através da fotossíntese; ela só precisa do sol para fazer a fotossíntese; porque nunca falta oxigênio; porque tem água retida e ar; tem tudo o que precisa para a sua sobrevivência, é um pequeno ecossistema.”</li> </ul>
<b>Não</b> 35% ou 7 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Porque em um recipiente fechado não irá se manter sem ar; com o passar do tempo, o carbono irá acabar e a planta irá se asfixiar; fica privada dos componentes necessários; sem luz não fará a fotossíntese; pois não faz a fotossíntese.”</li> </ul>

**Tabela 6** – Respostas à questão 5: “Se houver algum animal, ele deverá morrer asfixiado? Justifique.”

<b>%Resposta</b>	<b>Justificativa</b>
<b>Sim</b> 15% ou 3 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Pois não há movimentação (troca) desse ar; ele ficará sem oxigênio; os recursos do terrário são limitados.”</li> </ul>
<b>Não</b> 75% ou 15 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Pois a planta faz renovação do ar; a planta deverá produzir oxigênio suficiente; porque possui oxigênio; a planta vai produzir oxigênio através da fotossíntese; porque tem ar dentro do recipiente; por conta do oxigênio; a planta produz ar.”</li> </ul>
<b>Depende</b> 10% ou 2 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Se for uma minhoca sim, mas se for um ser humano, morreria em um local fechado.”</li> </ul>

Resumindo os dados das tabelas 4, 5 e 6, percebemos que a presença do lacre nos terrários provocou muitas inquietações a respeito da dinâmica dos gases no seu interior, e que a presença do vegetal fez mais diferença quando simulada a presença de um animal, quer dizer, sua funcionalidade está associada à sobrevivência da vida animal. Esta deficiência do conhecimento reforça a noção antropocêntrica e hierarquizante muito presente no ensino de ciências, que necessita se voltar para um novo paradigma, centrado na sustentabilidade (Silva, 2004) e valorização da vida de forma geral, capaz de integrar os organismos na complexa teia de relações de interdependência.

Toda esta inquietação a respeito do lacre só foi trabalhada na semana posterior ao estudo dirigido, onde separamos o momento inicial para corrigir as questões, com uma apresentação visual preparada em programa de apresentação de “slides” com auxílio de projetor de mídia digital. Em primeiro lugar e com a ilustração de um dos terrários por eles construídos, comparamos o “sistema terrário” com o “sistema planeta”, dizendo a eles que também estamos confinados em um sistema “lacrado” em alusão aos gases atmosféricos, reforçando o papel dos produtores na manutenção deste equilíbrio. Desta forma, oportunizamos mais uma vez aos alunos, o confronto com as suas pré-concepções, de forma a favorecer a aquisição dos conceitos científicos presentes no plano deste trabalho.

Chegou a vez da questão crítica, que deu origem à nossa pesquisa: “o que os estudantes pensam sobre nutrição vegetal?” (Kawasaki e Bizzo, 2000), na pergunta da tabela 7 “como o vegetal irá conseguir alimento dentro deste sistema lacrado?”. Em nove grupos, mesmo tendo sido trabalhado o conceito em aula, inclusive com exercícios de fixação, se manteve a noção de um modo heterótrofo de vida vegetal. Ressaltamos que no primeiro encontro estiveram presentes 74 alunos, e no segundo 88, então, a diferença esperada seria de apenas três grupos. Devemos esclarecer também, que durante a atividade, foi permitida a consulta ao caderno, o que reforçou nossa expectativa. Porém, se compararmos este resultado com o da avaliação diagnóstica (item 3 da tabela 1), notamos que a predominância de 93,1 % desta noção, reduziu para 55%, que foi considerada como positiva em nosso trabalho.

**Tabela 7** – Respostas à questão 4: “Como o vegetal irá conseguir alimento dentro deste sistema lacrado?”

%	Noções dos estudantes
55% ou 11 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Associação com o modo autótrofo de vida (associação da fotossíntese com a produção de alimento)</li> </ul>
45% ou 9 grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Associação com o modo heterótrofo de vida (absorção pelas raízes de nutrientes do solo e da água, e também obtenção através da luz)</li> </ul>

No entanto, após duas semanas, aplicamos mais uma avaliação diagnóstica, e observamos seu resultado na tabela 8. Os alunos deveriam marcar V para verdadeiro e F para falso, justificando as afirmativas falsas. Selecionamos apenas as avaliações dos alunos que participaram das duas últimas atividades, o estudo dirigido com o terrário e sua correção com projeção de “slides”, resultando em um total de 58 alunos.

**Tabela 8** – Respostas corretas às questões da segunda avaliação diagnóstica.

Questão	Respostas corretas	%
1. O vegetal não poderá morrer desidratado, uma vez que a água dentro do terrário lacrado não escapa.	56	96,5%
2. O ar se esgota dentro do recipiente lacrado, e haverá um momento em que o vegetal não poderá respirar.	55	94,8%
3. O vegetal consegue alimento através das raízes, absorvendo minerais do solo.	9	15,5%
4. Um animal iria morrer asfixiado dentro do terrário.	54	93,1%
5. A fonte de energia para a manutenção da vida é o Sol.	52	89,6%
Total de alunos: 58		

De forma geral, houve boa compreensão da grande maioria dos alunos, confirmada por suas justificativas, exceto sobre a questão que nos moveu a promover este estudo: o pensamento dos estudantes acerca da nutrição vegetal. Quase 85% dos alunos, que trabalharam as questões do estudo dirigido a respeito do terrário e assistiram à exposição da correção do trabalho, continuam a acreditar em um modo de vida vegetal heterótrofo (item 3 da tabela 8).

Isto nos faz compreender a noção de mudanças conceituais (Posner et al., 1982 apud Mortimer, 1992) como sendo um processo difícil, colocando em evidência a necessidade de buscarmos novas perspectivas para o ensino de ciências. “Os estudos realizados sob essa perspectiva revelaram que as ideias alternativas de crianças e adolescentes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistentes à mudança,

de modo que é possível encontrá-las mesmo entre estudantes universitários” (Mortimer, 1996, p. 21). Assim, afirma ainda o autor, que as pré-concepções dos alunos convivem com concepções científicas, não sendo necessariamente substituídas, o que chama de “perfil conceitual”. Verificamos este fato em nosso estudo com a noção de sobrevivência dentro do terrário, se demonstrando possível aos animais, mas não aos próprios vegetais (tabelas 5 e 6). Contudo, acerca da possibilidade de sobrevivência seletiva, houve mudança, observada na segunda avaliação diagnóstica (item 2 da tabela 8), o que não aconteceu ainda com a noção sobre nutrição vegetal, prevalecendo a concepção empírica (item 3 da tabela 8).

Ao constatar este último fato, insistimos para que os alunos o percebessem. Destacamos a questão em uma aula seguinte, fazendo-os escrever a seguinte frase em seus cadernos: “vegetais produzem o próprio alimento, e não precisam absorvê-lo através das raízes”. E após três semanas de estudo sobre as etapas do metabolismo celular, destacando as organelas envolvidas e os processos bioquímicos, aplicamos uma avaliação com várias questões, onde uma delas foi: “Considere a seguinte afirmativa: ‘plantas obtêm alimento através da absorção realizada pelas raízes’. a) A afirmativa é verdadeira ou falsa? b) Justifique.” Tomamos o cuidado de selecionar para nossa análise, somente as avaliações dos alunos que tivessem participado, no mínimo, da aula onde a questão foi destacada. Obtivemos, assim, com avaliações, com um índice de acertos de 58%. De uma resposta automática de pouco menos de seis alunos, onde prevaleciam lacunas para a compreensão do modo de vida autótrofo, verificada no início de nosso trabalho, para respostas contextualizadas de 58 alunos que demonstraram por suas justificativas esta compreensão, consideramos o índice satisfatório.

Para que ocorra de fato a aprendizagem, é necessário que esta seja significativa (Pelizzari et al., 2002), isto é, que busque dos próprios alunos aquilo que já sabem. O aluno constrói a associação mais significativa para ele, demonstrada em nosso estudo na análise da tabela 1. Os alunos aproximam a ideia de nutrição vegetal com a sua própria, isto é, heterótrofa, além de considerarem a fotossíntese como a respiração do vegetal, embasados certamente, na experiência de respirarem. Assim, preenchem os conhecimentos a eles apresentados com significados que já construíram em suas vidas, em alusão a uma perspectiva empirista. Por outro lado, o aluno só consegue construir significados sobre conhecimentos prévios que, se estiverem ausentes, não torna possível a aprendizagem. E a postura do ensino tradicional pouco permite o desenvolvimento da aprendizagem significativa, ainda enraizado em moldes tecnicistas (Luckesi, 2002), que pouco tem contribuído para uma abordagem contextualizada e holística.

E para fazer um reexame de nossa prática, classificamo-la como construtivista, porém conscientes dos revezes que muitas vertentes desta prática têm gerado, particularmente no ensino de ciências, descartando qualquer disputa epistemológica acerca deste conceito. Acreditamos que os indivíduos construam realidades que para eles façam sentido, que não estão isolados, desenvolvendo um conhecimento compartilhado e contextualizado (Davis et al., 1994). E criticamo-la em dois aspectos fundamentais, orientando-nos mais uma vez por Mortimer (1996), como também por Ausubel (apud Pelizzari et al., 2002): (i) tentamos a construção de uma nova ideia sobre uma falta de informações básicas para sua interpretação, nosso erro pedagógico; (ii) desconsideramos a resistência criada pelos alunos, já verificada como uma forma de “proteger” suas ideias, nos referindo ao perfil conceitual, nosso erro epistemológico.

Detectamos também, problemas do ensino de ciências que nos esforçamos para superar: (i) uma visão fragmentada que não consegue associar nem integrar as partes; (ii) um

ensino de ciências inerte que estaciona o conhecimento; (iii) a visão antropocêntrica que subjaz os fenômenos naturais ao serviço da vida humana.

Apresentamos, também, vantagens vivenciadas durante nossa experiência: (i) criamos a possibilidade de ampliação da visão dos alunos sobre os fenômenos que integram a fotossíntese às suas relações com o meio e com outros seres; (ii) ocorrência de aprendizagem a respeito da possibilidade de sobrevivência vegetal no interior do terrário, como também sobre o modo como os vegetais obtêm alimento, levando em consideração os resultados da tabela 8 (item 3, com 15,5% de acertos), comparados ao da última avaliação (58% de acertos); (iii) construímos instrumentos de avaliação para nossa própria prática, possibilitando-nos sua reformulação; (iv) provocamos um momento de conflito cognitivo, importante para o processo de aprendizagem; (v) proporcionamos estímulo da curiosidade e prazer pela descoberta na construção do próprio objeto de aprendizagem, o terrário.

A visão objetivista do ensino de ciências, que considera que o conhecimento produzido no meio científico deva ser transferido aos estudantes desprezando a percepção dos mesmos sobre a realidade, está em crise. O referencial construtivista aparece como uma maneira de o professor observar seu próprio ensino (Davis et al., 1994). Deste modo, analisando nossa própria prática, investimos na criação de uma “cultura reflexiva” (Gomes e Casagrande, 2002) “no” e “sobre” o trabalho docente, uma vez que o paradigma da racionalidade técnica não suporta mais as evoluções e demandas da sociedade contemporânea.

## Conclusões

Observamos vantagens no trabalho sobre fotossíntese anterior ao de respiração celular na educação básica. Segundo a experiência de Kawasaki e Bizzo (2000, p.28), corroborada pela nossa, três aspectos fundamentais precisam ser bem esclarecidos aos alunos: primeiramente “a) de onde provém a energia utilizada por animais e vegetais?”, a seguir “b) de onde provém o material necessário para a síntese de substâncias orgânicas diversificadas em animais e vegetais?” e por fim, “c) qual o local onde a energia presente nos alimentos é liberada com o auxílio do oxigênio, em animais e vegetais?” Anuímos que a obtenção de energia e sua transformação em energia química deve representar o primeiro passo a ser trabalhado.

As avaliações diagnósticas apresentadas neste estudo (tabelas 1 e 8) se demonstraram bastante profícuas, não somente para avaliarmos concepções dos alunos, mas sua aplicação e comentários desencadearam um conflito cognitivo, importante no processo de aprendizagem (Mortimer, 1992), promovendo também curiosidade, atenção e participação dos alunos.

O conflito cognitivo apareceu também fortemente na análise dos terrários. Este, especialmente, apresentou várias vantagens além de provocar o incômodo produtivo. A começar pelo seu processo de construção, que precisa seguir etapas bem estabelecidas, oportunizando-nos a apresentação, contextualização e crítica do método científico (cartesiano). Sua observação e estímulo à resolução dos problemas criados no estudo dirigido se constituíram também, fator importante no desenvolvimento do espírito científico e da visão de uma totalidade integrada que o ensino tradicional não é capaz de propiciar. Além disso, é considerável o prazer do aluno, que entra em contato direto com o objeto de estudo biológico, observado na satisfação e orgulho de verem seus terrários sendo trabalhados em aula.

Contudo, a observação ou mesmo construção de uma atividade prática, por si só e sem uma base epistemológica, se constitui mero empirismo. Estudantes levam consigo suas concepções do senso comum para explicar os modelos científicos, sendo suas pré-concepções influenciadas histórica, cultural e socialmente, como também por suas experiências próprias e subjetivas com os fenômenos naturais. Além da epistemologia, é preciso levar em conta também sua ontologia. Obstáculos ontológicos dizem respeito, em nosso caso, à cultura utilitarista. Quando os alunos compreendem a fotossíntese como uma forma de produzir oxigênio para a respiração é um bom exemplo (Pozzuto e Micheletti, 2011).

Sendo assim, mudança conceitual, na forma de substituição de um conceito por outro não existe. As concepções prévias dos estudantes coexistem com as do mundo científico, fazendo parte do processo cognitivo, sendo necessário que o professor saiba lidar com elas, desenvolvendo materiais específicos que as busquem, assim como deve conhecer os fatores que reforcem tais concepções prévias (Druzian, Radé e Santos, 2007).

E por último, identificamos em nosso trabalho um perfil conceitual histórico, já que as concepções dos alunos se assemelham às concepções dos cientistas antes de suas descobertas. Investir nesta comparação junto aos alunos é também um meio de valorizar suas concepções prévias, e de demonstrar que a ciência é fruto de relações humanas, sendo uma das fontes de conhecimento válido, mas não a única, muito menos, superior (Aguiar et al., 2013; Druzian, Radé e Santos, 2007). É aqui que o trabalho do professor deve ter início, partindo do diagnóstico das concepções dos estudantes e os conduzindo à superação de uma visão utilitarista, mecanicista e acrítica de mundo.

## Referências

- Aguiar, L. C. C.; Bianchi, C. S.; Silva, Y. C.; Silva, M. M.; Correia, R. R. (2013). Concepções sobre algas na educação básica como ponto de partida para reflexões no ensino de ciências e biologia. *e-Mosaicos*, v. 02, p. 25-40, 2013. Acesso em 05 fev., 2015, <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/view/9900>
- Almeida, R. O. (2005). Noção de fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. *Candombá – Revista Virtual*, v. 1, n. 1, p. 16-32. Acesso em 03 mar., 2015, [http://www2.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/lce1302/fotossintese\\_nocao.pdf](http://www2.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/lce1302/fotossintese_nocao.pdf)
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, LDA.
- Bianchi, C. S. e Melo, W. V. (2009). Desenvolvimento de um projeto de ação pedagógica para conscientização ambiental com alunos de 9º ano de ensino Fundamental. *REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, p. 976-1003. Acesso em 03 mar., 2015, [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART12\\_Vol8\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART12_Vol8_N3.pdf)
- Coll, C. e Solé, I. (2006). Os professores e a concepção construtivista. In: Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. e Zabala, A. *O construtivismo em sala de aula*. São Paulo: Editora Ática. p. 9-28.

Davis, N. T.; McCarty, B. J.; Shaw, K. L.; Sidami-Tabbaa, A. (1994). Transição do objetivismo para o construtivismo na educação científica. *Cad.Cat.Ens.Fis.*, v.11, n.3: p. 172-183.

Druzian, A. C.; Radé, T.S.; Santos, R. P. (2007). Uma proposta de perfil conceitual para os conceitos de luz e visão. *Atas do VI ENPEC*. 28 de novembro e 01 de dezembro de 2007 - UFSC, Florianópolis.

Gomes, J. B. e Casagrande, L. D. R. (2002). A educação reflexiva na pós-modernidade: uma revisão bibliográfica. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, v. 10, n. 5, p. 696-703. Acesso em 03 mar., 2015, <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v10n5/v10n5a11.pdf>

Kawasaki, C. S. e Bizzo, N. M. V. (1999). Idéias de nutrição vegetal: o velho dilema entre o papel nutricional das raízes e da fotossíntese. *Projeto – Revista de Educação*, ano 1, n. 1, p. 2-9.

\_\_\_\_\_. e \_\_\_\_\_. (2000). Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 24-29. Acesso em 03 mar., 2015, <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a06.pdf>

Luckesi, C. (2002). *Filosofia da Educação*. São Paulo: Cortez.

Mauri, T. (2006). O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In: Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. e Zabala, A. *O construtivismo em sala de aula*. São Paulo: Editora Ática. p. 79-122.

Moreira, M. A. (1998). O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. *Em Aberto*. Brasília, ano 7, n 40. Acesso em 03 mar., 2015, <http://www.emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/671/598>

Morin, E. (2013). *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. 6ª ed. São Paulo: Cortez.

Mortimer, E. F. (1992). Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. *Química Nova*. v. 15, n. 3, p. 242-249.

Mortimer, E. F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 1, n.1, p. 20-39. Acesso em 03 mar., 2015, [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID8/v1\\_n1\\_a2.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID8/v1_n1_a2.pdf)

Pelizzari, A.; Kriegl, M. L.; Baron, M. P.; Finck, N. T. L. e Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista do Programa de Educação Corporativa(PEC)*, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001 – jul. 2002. Acesso em 03 mar., 2015, [http://files.percursosdosaber.webnode.pt/200000019-5b51c5c4b8/teoria\\_da\\_aprendizagem\\_signifi\\_Ausubel.pdf](http://files.percursosdosaber.webnode.pt/200000019-5b51c5c4b8/teoria_da_aprendizagem_signifi_Ausubel.pdf)

Pozzuto, L. e Micheletti, T. B. (2011). *Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de fotossíntese*. Monografia. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Ciências Biológicas. Acesso em 03 mar., 2015, [http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias\\_Biologicas/1o\\_2012/Biblioteca\\_TCC\\_Lic/2011/2o\\_2011/Leticia\\_Pozzuto\\_e\\_Taciana\\_Borba\\_.pdf](http://www.mackenzie.br/fileadmin/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/1o_2012/Biblioteca_TCC_Lic/2011/2o_2011/Leticia_Pozzuto_e_Taciana_Borba_.pdf)

Santos, B. S. (2010). *Um discurso sobre as ciências*. 16ª ed. Porto: Edições Afrontamento.

Silva, A. T. (2004). *Desafios políticos e socioambientais da governança global na Amazônia: a emergência do programa piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil*. In: Ferreira, L. C. e Floriani, D. (Coord.). II Encontro da ANPAS, Indaiatuba, São Paulo, 26 a 29 de maio de 2004. Acesso em 03 mar., 2015, [http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/GT01/alberto\\_silva.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT01/alberto_silva.pdf)