

A fotossíntese: estudo das concepções alternativas

Photosynthesis: study of misconceptions

Camila Martins da Silva Bandeira
Rosana dos Santos Jordão

Resumo

Sabendo que os sujeitos possuem diversas interpretações para os conceitos aprendidos na escola e que estas compreensões são importantes para a construção do aprendizado, nesta pesquisa, procuramos reunir as concepções alternativas sobre o conceito de fotossíntese, presentes na literatura. Para tanto, procuramos publicações em periódicos classificados como qualis A e B, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e no Google Acadêmico. Foram selecionados 21 estudos e obtidas 104 concepções alternativas, reunidas em oito categorias. Nossos resultados evidenciam a enorme gama de concepções alternativas sobre o fenômeno estudado. Julgamos que o conhecimento dessas concepções possa contribuir para a elaboração de atividades inovadoras para o ensino da fotossíntese e torná-las mais significativas para o aprendizado dos estudantes. Finalizando, consideramos que esta pesquisa contribui para que o processo de ensino e aprendizagem desse conceito se torne mais adequado, amplo, contextualizado e dinâmico.

Palavras-chave: Fotossíntese, concepções alternativas, ensino e aprendizagem.

Abstract

Individuals have different interpretations of the concepts learned in school and these understandings are important for learning. This research aims to gather the misconceptions about the concept of photosynthesis as treated in the literature. To this end, we seek publication in journals classified as Qualis A and B, the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations and Google Scholar. We selected 21 studies and found 104 misconceptions, grouped in eight categories. Our results show the huge range of misconceptions about the phenomenon studied. We believe that the knowledge of these categories can contribute to the development of innovative activities for teaching photosynthesis and make them more meaningful to the students learning. We consider that this research contributes to the process of teaching and learning of this concept becomes more appropriate, comprehensive, contextual and dynamic.

Key words: Photosynthesis, misconceptions, teaching and learning.

Introdução

O ensino e a aprendizagem, concebidos conjuntamente como um processo de construção contínuo, necessitam que o educador em sua prática valorize o aluno, explorando suas visões de mundo e as integrando no cotidiano escolar. Como demonstram pesquisas no ensino de Ciências, o conhecimento é construído a partir das relações que o indivíduo faz com o mundo social e cultural (CARVALHO, 2004). Desta forma, as interpretações que os alunos possuem

são instrumentos úteis que auxiliam na construção do aprendizado. Este trabalho tem como objetivo levantar na literatura acadêmica as concepções alternativas que já foram identificadas sobre o conceito de fotossíntese que, segundo Marandino (2005), é explicado pelos estudantes de uma forma extremamente reduzida. Consideramos que ter conhecimento sobre essas concepções auxilia os professores a não fortalecerem as interpretações mais comuns dadas pelos alunos para o processo em questão. Além disso, julgamos que a reunião destas concepções em um único trabalho poderá auxiliar estudos futuros sobre estratégias de ensino para este conceito.

Fundamentação teórica

Sobre o processo de ensino e aprendizagem

Partimos do pressuposto de que o ensino e a aprendizagem são processos naturalmente conectados e, por essa razão, não podem ser examinados ao acaso e sim de uma forma harmoniosa e abrangente, considerando tanto o lado formativo, como o cultural, na busca de uma lógica coerente, simultaneamente para o professor e para o aluno (CARVALHO, 2004).

Segundo Mizukami (1986), o ensino tradicional se caracteriza por ser centrado na figura do professor, enquanto o aluno desempenha um papel passivo de receptor dos conhecimentos que são externos a ele. As atividades pedagógicas são, na maioria das vezes, rotineiras e uniformes para promover a fixação dos conteúdos, sendo as aulas basicamente expositivas. Nesse tipo de ensino, ignora-se a concepção de um processo contínuo e coletivo para o ensino e a aprendizagem.

Uma alternativa para essa visão de ensino é o construtivismo que, de acordo com Coll e Solé (2006) opõe-se à abordagem tradicional e situa o aprendizado nas interações pessoais e com agentes culturais, que são fundamentais nesse processo. Ao contrário do acúmulo de informações, observado constantemente no ensino tradicional, essa abordagem prioriza a integração e as relações do conteúdo a ser ensinado com os pré-conhecimentos dos alunos. Para o construtivismo, como relata Mauri (2006), é de extrema importância averiguar o que os alunos já sabem sobre determinado assunto para que, ao se formular uma atividade, ela permita o estabelecimento de relações que tornem significativo o conteúdo proposto.

Nessa mesma direção, Bizzo (2007) destaca a importância dos estudos sobre as concepções alternativas, afirmando que elas devem ser conhecidas para que o ensino proposto não seja ineficiente. Ainda segundo esse autor, os aprendizes podem construir compreensões variadas acerca de um conceito, muitas vezes distantes daquelas que o professor pretendia ensinar, o que evidencia que o desenvolvimento de entendimentos é influenciado por significados particulares e pessoais.

Considerando-se o exposto até o momento, podemos afirmar que é necessário que os professores conheçam as ideias prévias dos estudantes, fundamentais para aprendizagem (MAURI, 2006). É preciso, também, que forneçam oportunidades para que as noções cotidianas sejam expostas e possam se relacionar aos conhecimentos científicos (CARVALHO, 2004). Assim, o arcabouço teórico que os estudantes possuem pode servir como base para a elaboração de atividades de ensino que estimulem a participação do aluno.

Uma definição para a fotossíntese

De acordo com a explicação de Kraus (2005), a fotossíntese ocorre nos organismos procariontes e eucariontes, isto é, em bactérias, algas e plantas. Todos possuem clorofila, principal pigmento fotossintético. Esse processo é responsável pela nutrição autotrófica e

acontece em duas fases: uma dependente diretamente da energia luminosa e outra não dependente diretamente da luz. Complementando tal ideia, os autores Margulis e Schwartz (2001) enfatizam que os fatores essenciais para esse fenômeno são a retirada do dióxido de carbono do meio para a formação de compostos orgânicos e a conversão de energia luminosa em energia química. Dependendo do ser vivo que realiza a fotossíntese, além da água, podem ser produzidos o oxigênio ou o enxofre. Em síntese, a fotossíntese pode ser representada das seguintes maneiras:

Para cianobactérias, algas e plantas:



Para bactérias sulfurosas:



Histórico do conceito de fotossíntese

No ano 300 a.C, começou-se a pensar na forma de nutrição das plantas. Para Aristóteles, neste período, a planta retirava todo o seu alimento do solo (RAVEN, 2007). Posteriormente, no século XVII, van Helmont, médico belga, cultivou a muda de uma planta durante cinco anos apenas adicionando água. Desta forma, concluiu que o principal fator responsável pelo crescimento da planta era a água, pois durante o período do experimento a planta atingiu um desenvolvimento considerável de tamanho, enquanto que o solo possuía praticamente o mesmo peso de antes (HALL e RAO, 1980). Nehemiah Grew, botânico inglês, nesse mesmo século, reconheceu um precipitado verde na célula vegetal, que depois foi denominado como cloroplasto (KRAUS, 2005).

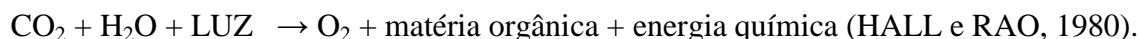
No século seguinte, ano de 1727, Stephen Hales, botânico inglês, afirmou que o ar continha nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas (HALL e RAO, 1980). Joseph Priestley, químico inglês, entre 1771 e 1777, após inúmeros experimentos, afirmou que as plantas conseguiam restaurar o ar. Para Priestley, a liberação de dióxido de carbono decorrente da respiração dos animais modificava a qualidade do ar e as plantas eram capazes de reverter essa situação, limpando e purificando a atmosfera (RAVEN, 2007; KRAUS, 2005; HALL e RAO, 1980).

Ainda no século XVIII, em 1779, Jan Ingenhousz, médico holandês, a partir dos dados de Priestley, descobriu que apenas as partes verdes da planta na presença de luz restauravam o ar (RAVEN, 2007; LOPES e ROSSO, 2010; TAIZ e ZEIGER, 2009). Em 1796, depois de conhecer o trabalho de Lavoisier, Ingenhousz, demonstrou que essas partes absorvem o dióxido de carbono e liberam oxigênio. Verificou, ainda, que as plantas respiram como os animais (RAVEN, 2007; LOPES e ROSSO, 2010; TAIZ e ZEIGER, 2009) e afirmou que o dióxido de carbono seria quebrado na fotossíntese, produzindo carbono e oxigênio, o qual seria liberado na forma de gás (RAVEN, 2007).

No século XIX, o pastor suíço, Jean Senebier, confirmou a teoria de Ingenhousz ao citar que o dióxido de carbono na água era usado pelas plantas como alimento (HALL e RAO, 1980). Em 1800, Senebier propôs que a luz seria o agente responsável pela fixação do dióxido de carbono e que só há liberação de oxigênio na presença desse gás (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2011). No mesmo período, o suíço Nicolas T. Saussure concluiu que na assimilação do dióxido de carbono, realizada pelas plantas, também havia consumo de água (HALL e RAO, 1980). Em 1817, Pelletier e Caventou, isolaram as partes verdes das plantas denominando-as como clorofila (HALL e RAO, 1980). Já em 1845, foi declarado por Julius Robert Mayer que as plantas transformam energia solar em energia química, a qual é

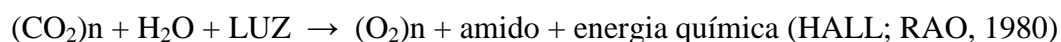
armazenada em moléculas orgânicas, contribuindo, assim para a lei da conservação de energia (HALL e RAO, 1980; LOPES e ROSSO, 2010).

O processo da fotossíntese, nessa época, era representado pela seguinte equação:



Boussingault, em 1864, detectou na fotossíntese que a razão entre o oxigênio liberado e o dióxido de carbono era praticamente unitária (HALL; RAO, 1980). Também nesse ano, Sachs, botânico alemão, que já tinha descoberto a respiração vegetal, constatou a formação de grãos de amido enquanto ocorria o processo de fotossíntese (HALL e RAO, 1980). Após um ano, em 1865, Sachs apresentou o mecanismo de retirada de água do solo pela zona pilífera, repassando-a para a raiz. Além disso, provou que a clorofila não era produzida em todos os tecidos, mas em áreas específicas dentro das células (ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 2011). Engelmann, em 1880, estabeleceu uma relação direta entre os cloroplastos e o oxigênio e demonstrou o espectro de absorção da clorofila, que absorve mais os comprimentos vermelho e azul. Engelmann concluiu que a clorofila era o pigmento fotorreceptivo na fotossíntese (HALL e RAO, 1980).

A fotossíntese, no início do século XX, de acordo com o estágio de conhecimento do processo, foi representada pela seguinte equação:



O fisiologista vegetal inglês, Blackman, em 1905, percebeu, a partir das curvas de saturação luminosa, que a fotossíntese é realizada em duas etapas: a reação fotoquímica, dependente da luz, e a não fotoquímica, ou reação de escuro. Indicou que reações independentes da luz eram controladas por enzimas, a partir de estudos com variação de temperatura (HALL e RAO, 1980). No mesmo ano, Einstein considerou que a luz é formada por partículas de energia denominadas fótons e que a intensidade de energia é inversamente proporcional ao seu comprimento de onda (RAVEN, 2007). Por volta de 1930, achava-se que oxigênio era derivado da quebra do dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980). Van Niel, microbiologista holandês, em 1932, constatou que as bactérias eram capazes de sintetizar carboidratos assimilando o dióxido de carbono, porém sem liberar de oxigênio. Em sua seqüência de reações é explicitamente constatado que o oxigênio liberado não é derivado do dióxido de carbono e sim da molécula de água (HALL e RAO, 1980). Emerson e Arnold, no mesmo ano, concluíram que a quantidade de moléculas de enzimas catalisadoras, presentes na etapa não fotoquímica, é responsável pelo rendimento máximo da fotossíntese e não as moléculas de clorofila (HALL e RAO, 1980).

Na Universidade de Cambridge, em 1937, Hill constatou que a liberação fotoquímica do oxigênio pode ser separada da redução de dióxido de carbono. Mostrou que cloroplastos isolados produzem oxigênio na ausência de dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980; RAVEN, 2007). No ano de 1941, na Califórnia, Rubem e Kamen estabeleceram o mecanismo da decomposição da água e perceberam a liberação do oxigênio como resultado dessa decomposição (HALL e RAO, 1980). Em seguida foi demonstrado por Bassham, Benson e Calvim que o dióxido de carbono era reduzido, por reações de enzimas na fase de escuro, a açúcares e que para cada molécula do gás eram necessárias duas moléculas de NADPH_2 e três de ATP. Estas moléculas já eram conhecidas no processo de respiração (HALL e RAO, 1980).

Em 1951, laboratórios verificaram que, quando iluminadas, as folhas verdes produzem NADPH_2 e ATP e que a capacidade redutora e a energia de hidrólise dessas substâncias eram utilizadas na fase não fotoquímica para a produção de carboidratos com a redução do dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980). Arnon, Allen e Whatleu, em 1954, mostraram que essa

reação pode ocorrer em cloroplastos isolados (HALL e RAO, 1980). Em 1960, Hill e Bendall propuseram o esquema Z para explicar a transferência de elétrons durante a fotossíntese (MAJEROWICZ, 2004) e em 1964, foram reconhecidas diversas proteínas que participam desse processo (HALL e RAO, 1980).

Procedimentos metodológicos

De acordo com o objetivo de reunir as concepções alternativas presentes na literatura acadêmica sobre o ensino de fotossíntese, a metodologia foi fundamentada na procura de dados, a partir de trabalhos disponíveis na área de educação.

Buscamos a lista de revistas Qualis A, segundo a classificação da Capes, na área 46, Ensino de Ciências e Matemática, selecionando, por meio dos títulos, periódicos direcionados para o ensino e aprendizagem. Excluímos os que eram específicos do ensino de matemática, tecnologia, filosofia, computação, pesquisas no bacharelado, história da ciência, saúde, metodologia social, evolução, engenharia, educação ambiental, pedagogia, educação médica, psicologia, didática, astronomia, geografia, geociências, comunicação, linguagem, cidadania, educação indígena, cultura contemporânea, pesquisa qualitativa, informática, enfermagem, sociedade, ciências sociais, avaliação, psicopedagogia, educação especial, sociologia, nutrição, alfabetização, ciências humanas, prática educativa, currículo, genética e políticas. Revistas que não eram do idioma português, inglês e espanhol também foram eliminadas. Levantamos, em cada volume, os artigos cujos títulos poderiam indicar relações com o nosso foco. Em caso de dúvidas, consultamos o resumo do trabalho.

Em função do baixo número de artigos encontrados, decidimos ampliar a busca para as revistas classificadas Qualis B, seguindo os mesmos procedimentos acima descritos.

Também optamos em procurar dados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Google Acadêmico. Nestes locais escolhemos usar combinações de palavras-chave: Ensino de fotossíntese, aprendizagem de fotossíntese, perfil conceitual de fotossíntese, fotossíntese na sala de aula, estudo da fotossíntese, concepções alternativas sobre fotossíntese e concepções prévias sobre fotossíntese.

Após o levantamento das concepções alternativas, fizemos a categorização, reunindo-as seguindo critérios por nós definidos, considerados importantes para a construção do conceito de fotossíntese, contabilizando oito categorias no total que serão apresentadas nos resultados.

Resultados

De acordo com a busca realizada foram encontrados 21 trabalhos que apresentavam, no total, 104 concepções alternativas dos estudantes em relação ao conceito de fotossíntese. Destes, 19 eram artigos, um era uma dissertação e outro era uma tese. Vale mencionar que, nesses trabalhos, os instrumentos utilizados para o levantamento das concepções foram diversos, incluindo questionários, entrevistas, produções resultantes de atividades desenvolvidas para o aprendizado de fotossíntese, dentre outros.

A partir do conjunto de concepções reunidas, elaboramos oito categorias apresentadas no quadro a seguir.

QUADRO I: Categorias, critérios e concepções alternativas sobre o conceito de fotossíntese

CATEGORIA E CRITÉRIO ESTIPULADO	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS
------------------------------------	-------------------------

<p style="text-align: center;"><u>Condições necessárias para ocorrer o fenômeno</u></p> <p>Foram incluídas nesta categoria todas as concepções nas quais identificamos as condições e/ou substâncias necessárias para a ocorrência do fenômeno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A fotossíntese apenas depende da luz • A luz não é necessária para a planta • A luz solar não tem relação com a fotossíntese • A clorofila não é importante para a fotossíntese • Para a fotossíntese somente é importante a água • Para ocorrer a fotossíntese é necessário dióxido de carbono, água, glicose, oxigênio e luz solar • Os gases não são importantes para a fotossíntese • O dióxido de carbono não possui importância no processo de fotossíntese • A água não possui importância no processo de fotossíntese • A fotossíntese só ocorre de dia • A fotossíntese só ocorre de dia e as plantas só respiram de noite • Apenas as árvores verdes produzem seus alimentos
<p style="text-align: center;"><u>O papel dos reagentes</u></p> <p>Esta categoria agrupa as concepções que dão ênfase à função dos reagentes no processo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A luz é o alimento da planta • A luz solar serve para manter as plantas aquecidas • A luz serve para a planta crescer • A luz serve para a planta viver • A luz serve para a planta ter saúde • A luz serve para fornecer coloração para as plantas • O solo é fonte de energia • Quando há cloroplastos nos seres vivos não há a presença de mitocôndrias • O dióxido de carbono é o gás que a planta respira • A clorofila se combina com o dióxido de carbono para formar glicose • A clorofila é um fortificante • A clorofila limpa o ar • A clorofila é um alimento • A clorofila atrai a luz solar • A clorofila serve para dar cor verde nas plantas • A clorofila serve de proteção • A clorofila é o sangue das plantas • A clorofila sintetiza os alimentos • Pigmentos distintos da clorofila, presente nas folhas vermelhas, podem realizar fotossíntese • Folhas de coloração vermelha não realizam fotossíntese, pois lhe faltam pigmentos verdes • Folhas vermelhas possuem pequenas quantidades de clorofila • Em folhas vermelhas não há a presença de clorofila • As folhas servem para receber o alimento • O dióxido de carbono é responsável pelo crescimento das plantas • O dióxido de carbono é produto da fotossíntese • As folhas servem para captar a água das chuvas • Os sais minerais não são importantes para a fotossíntese • As folhas não são importantes para a fotossíntese • As folhas das plantas digerem os alimentos • A água e o solo são responsáveis pelo crescimento da planta

	<ul style="list-style-type: none"> • A luz do sol é aproveitada pelas plantas para elas se reproduzirem • • A luz é usada pelas plantas para secarem
<p style="text-align: center;"><u>O processo</u></p> <p>Aqui estão reunidas as concepções que tratavam da fotossíntese de forma abrangente, como um todo, porém sem menção a sua função e a sua relação com a nutrição.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não há transformação de energia solar em química • Não há relação da fotossíntese como fonte de energia. • A luz absorvida pela planta é transformada em matéria • As folhas transformam a luz solar em vitaminas necessárias para as planta • A fotossíntese é o processo inverso da respiração nos animais • A fotossíntese é um processo de trocas gasosas • A fotossíntese não é um processo de nutrição autotrófica • A água é toda consumida no processo de fotossíntese • Os gases são absorvidos pelas raízes • A fotossíntese não ocorre no cotidiano • O dióxido de carbono se mistura com a água, sol e clorofila resultando em oxigênio e glicose • A fotossíntese é um processo de modificação de um corpo • Fotossíntese é o processo que transforma a luz solar captada e os minerais da terra em energia e alimento • A fotossíntese é a produção de seiva, dióxido de carbono e oxigênio • A fotossíntese é a união de água, oxigênio, luz solar e sais minerais • A fotossíntese é o processo das raízes sugarem a água e os sais minerais e se misturarem com a luz do sol • A fotossíntese é um processo de recomposição • Fotossíntese é um processo que os animais fazem para produzirem seus próprios alimentos
<p style="text-align: center;"><u>Os Produtos</u></p> <p>Esta categoria reúne as concepções que enfatizaram os produtos da fotossíntese.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A fotossíntese produz apenas glicose • A fotossíntese não produz carboidrato • O oxigênio é responsável pelo crescimento das plantas • O oxigênio não é produto da fotossíntese • O oxigênio, formado na fotossíntese, é derivado do gás carbônico e da água • O oxigênio, formado na fotossíntese, é derivado do gás carbônico • • O oxigênio proveniente do ar passa pela planta
<p style="text-align: center;"><u>Funções do processo</u></p> <p>Esta categoria difere da categoria “O processo”, pois nesta as concepções explicitam as funções da fotossíntese.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O objetivo da fotossíntese é a liberação de oxigênio • A fotossíntese é a energia da planta • A fotossíntese é a respiração das plantas • A fotossíntese é o alimento da planta • A fotossíntese é a reprodução da planta • A fotossíntese é a transformação/metamorfose da planta

	<ul style="list-style-type: none"> • A fotossíntese é a pigmentação da planta • A fotossíntese impede o murchamento das plantas • A fotossíntese serve para as plantas deixarem suas folhas verdes • A fotossíntese serve para as plantas produzirem suas flores • A fotossíntese serve para as plantas darem frutos • A fotossíntese serve para a planta liberar a seiva bruta
<p><u>Consequências do processo para demais seres vivos</u></p> <p>Esta categoria reúne as ideias em que ficam explícitas as consequências da fotossíntese para os demais seres vivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As plantas servem para produzir o oxigênio que os animais precisam • As plantas são denominadas produtoras por produzir oxigênio • A fotossíntese purifica o ar • Os animais não dependem do processo de fotossíntese para sobreviver • As plantas são denominadas produtoras por produzir frutos ou vegetais • As plantas produzem oxigênio para os homens
<p><u>Relação entre fotossíntese e nutrição</u></p> <p>Concepções que tinham como foco a nutrição, por esta razão foram reunidas nesta categoria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As plantas se alimentam como os animais • O alimento é algo que é comido • Os alimentos das plantas são retirados do ambiente • O solo é o principal local para obter os alimentos necessários • Os alimentos são absorvidos pelas raízes • Os alimentos das plantas são o solo, a água e os fertilizantes • O solo é o alimento da planta • O amido se encontra no solo
<p><u>Concepções alternativas que não estão diretamente relacionadas à fotossíntese</u></p> <p>Nesta categoria reunimos erros conceituais que não estão diretamente relacionados à fotossíntese, porém que podem influenciar em sua compreensão.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gás não tem massa • Gás tem massa negativa • A energia tem relação com movimento • O ar é o oxigênio • A energia é necessária para produzir calor • Os gases não podem se combinar e formar uma substância sólida • Substâncias orgânicas não podem ser derivadas de substâncias inorgânicas • O cloroplasto é responsável por fazer fotossíntese nos organismos procariontes • As reações químicas não fazem parte do cotidiano dos alunos

Análise

Com a reunião das concepções percebemos o quanto as interpretações do conceito de fotossíntese podem ser variadas. No ensino tradicional essa diversidade não é considerada, como afirma Mizukami (1986). Um ensino que se baseia apenas na transmissão do conhecimento, não investigando as ideias dos alunos, impede que estes analisem suas opiniões e que as confrontem com o pensamento científico para identificar lógicas e distinções. O aluno se torna passivo e se depara com o conhecimento como produto imutável, não aprendendo a construir relações do seu pensamento com o que está sendo ensinado.

Consequentemente, não há oportunidades de expressar suas ideias, como as concepções evidenciadas neste estudo, que permanecem marginalizadas. Para que isto não ocorra, um dos caminhos a ser seguido é a fundamentação construtivista (COLL E SOLÉ, 2006), que visa a integração das interpretações, estabelecida cognitivamente pelo indivíduo, no processo de ensino e aprendizagem, desencadeada por incentivos e desafios proposto pelo educador, cuja função é estimular e mediar este percurso.

De acordo com as categorias estabelecidas, aquela que reúne as concepções que trazem as condições necessárias para que ocorra a fotossíntese revela que, em muitos momentos, não está claro para os estudantes quais substâncias são fundamentais para que este processo aconteça. Como enfatizado por Margulis e Schwartz (2001) é essencial a presença do dióxido de carbono. Podemos perceber que a afirmação “*O dióxido de carbono não possui importância no processo de fotossíntese*” se opõe a explicação dos autores.

A categoria “O papel dos reagentes” é a que mais possui concepções alternativas contabilizando 32 ideias distintas evidenciando que não há clareza acerca da função dos reagentes no mecanismo fotossintético.

Na categoria “O processo” as concepções alternativas nos mostram que há explicações superficiais do mecanismo, como “*A luz absorvida pela planta é transformada em matéria*”, marginalizando todas as complexas reações químicas e procedimentos que são envolvidos. Acreditamos que essas reduções podem estar associadas ao ensino tradicional, que se limita em apenas expor o conteúdo, não explorando uma visão mais ampla do assunto. Assim, o aluno apenas tem a função de memorizar o conceito, não ocorrendo o real aprendizado, como argumenta Mizukami (1986). Consequentemente, devido às dificuldades compreensíveis de memorizar todos os conteúdos apresentados, os resultados são simplificações que ignoram as relações que existem durante o todo o processo.

A concepção “*As reações químicas não fazem parte do cotidiano dos alunos*”, da categoria “Concepções alternativas que não estão diretamente relacionados à fotossíntese”, evidencia que o ensino é descontextualizado, caracterizando novamente uma abordagem tradicional que se restringe à transposição de conteúdos isolada do cotidiano do indivíduo. Ao ensinar a fotossíntese não se apresenta aos alunos que este processo está inserido em seu contexto e que, além disso, é fundamental para a sua existência. Isso favorece a manutenção de ideias como “*Os animais não dependem do processo de fotossíntese para sobreviver*”, inserida na categoria “Consequências do processo para os demais seres vivos”. Outra concepção que demonstra novamente uma interpretação superficial do processo foi encontrada na categoria “Os produtos”: “*O oxigênio proveniente do ar passa pela planta*”.

A categoria “Funções do processo” sugere que os estudantes podem propor inúmeros objetivos para a fotossíntese, como exemplo: “*A fotossíntese serve para a planta liberar a seiva bruta*”. Entretanto, nenhuma delas estabelece a fotossíntese como um processo de síntese de alimentos, como explica Kraus (2005), com a presença de um entendimento que se posiciona contrariamente a esta definição: “*A fotossíntese não é um processo de nutrição autotrófica*”, apresentada na categoria “O processo”.

Na categoria “Relação entre fotossíntese e nutrição”, as declarações nos mostram que, para os indivíduos, a concepção de existir um ser vivo capaz de fabricar o seu próprio alimento dificilmente é compreendida, como revelado nesta frase: “*Os alimentos das plantas são o solo, a água e os fertilizantes*” em que há uma explícita ideia de que o alimento dos organismos fotossintetizantes devem estar na forma de matéria e prontos no ambiente.

As opiniões agrupadas na última categoria não estão diretamente relacionadas com a fotossíntese, mas cremos que se esses conceitos não forem entendidos plenamente são

capazes de se tornarem obstáculos importantes para a estruturação conceitual do processo discutido no momento. O aluno que acredita que *“Os gases não podem se combinar e formar uma substância sólida”* dificilmente compreenderá o fenômeno da fotossíntese.

Carvalho (2004) argumenta que a educação não deve ser examinada apenas dentro do ambiente escolar, mas buscar na cultura conveniências que possam auxiliar o processo da aprendizagem. De acordo com o histórico da construção do conceito de fotossíntese, pesquisado para este trabalho, é perceptível que existem semelhanças nas concepções alternativas em relação às ideias vinculadas sobre esse fenômeno. No período antes de Cristo, já se pensava em como as plantas adquiriam seus alimentos. Aristóteles, nesta época, declarou que o vegetal retirava do solo todo o seu alimento (RAVEN, 2007). Opiniões equivalentes a essa são encontradas nas interpretações dos alunos: *“O solo é fonte de energia”*, *“O solo é o alimento da planta”* e *“O amido se encontra no solo”*. Na categoria condições necessárias para ocorrer o fenômeno, a interpretação *“Para a fotossíntese somente é importante a água”* é similar à conclusão de van Helmont, no século XVII. Como vimos, ele apontou que para o crescimento da planta era necessário apenas a água (HALL E RAO, 1980). No século XVIII, o químico inglês Joseph Priestley afirmava que as plantas eram capazes de purificar o ar (KRAUS, 2005; RAVEN, 2007). Atualmente, ainda é concebida esta opinião, como demonstrado na concepção alternativa: *“A fotossíntese purifica o ar”*. Antes de Engelman, em 1880, explicar que a clorofila é um pigmento fotorreceptivo relevante para a fotossíntese, era desconhecida a importância deste elemento no processo (HALL e RAO, 1980). Da mesma maneira, encontramos alunos que defendem que *“A clorofila não é importante para a fotossíntese”*. Em torno do ano de 1930, considerava-se que o oxigênio era derivado do dióxido de carbono (HALL e RAO, 1980), compreensão também difundida na interpretação dos estudantes, presente na categoria “Os produtos”: *“O oxigênio, formado na fotossíntese, é derivado do gás carbônico”*. Posteriormente, van Niel explicitou que o oxigênio é derivado da molécula de água. No entanto, para os alunos é marcante a ideia de que *“O oxigênio, formado na fotossíntese, é derivado do gás carbônico e da água”*.

Como verificado, as concepções dos alunos são semelhantes em vários aspectos aos pensamentos considerados historicamente relevantes para a construção do conceito de fotossíntese. Nesse sentido, destacamos a importância de se trabalhar o contexto histórico de produção dos conceitos estudados a fim de favorecer sua aprendizagem.

Com base em um processo de aprendizagem que almeje a participação do aluno, conhecer as concepções que eles trazem sobre fotossíntese nos ajuda a elaborar atividades concretas para desestruturá-las. No caso do presente estudo, podemos sugerir situações de aprendizagem em que os estudantes sejam desafiados a comparar suas concepções sobre fotossíntese, com interpretações atualmente válidas, de modo a provocar conflitos cognitivos. Por meio de ações dessa natureza, acreditamos que o educador possa contribuir com um ensino que considere o pensamento de seu aluno, além de torná-lo parte essencial da aprendizagem (MAURI, 2006).

Conclusões e considerações finais

O intuito deste trabalho foi reunir as concepções alternativas sobre o ensino de fotossíntese. Com o objetivo concluído podemos perceber o quanto podem ser variadas as interpretações que os alunos fazem de apenas um conceito, em razão do grande número de compreensões encontradas.

Avaliamos que estes resultados proporcionam ao educador, que deseja instruir seus alunos de uma maneira mais ampla sobre o ensino de fotossíntese, novos caminhos para construir este

aprendizado no ambiente escolar. Isto é, ao conhecer as interpretações que podem estar presentes nos conhecimentos prévios dos alunos o professor é capaz de organizar diversos modos de lecionar este conteúdo, com o objetivo de não reforçar as interpretações que se encontram em conflito com o conhecimento atual sobre a fotossíntese. Além disso, consideramos também oportuno investigar e unir as concepções alternativas para os demais conceitos presentes na escola básica e desta maneira expor, para os docentes, referências que auxiliem na sua prática educadora.

Referências bibliográficas

- BIZZO, N. Ensinar ciências na escola. In: BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Editora Ática. 2007. p. 29-46.
- CARVALHO, A.M.P. Critérios estruturantes para o ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 1 – 17.
- COLL, C. e SOLÉ, I. 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. 2006. p. 9 - 28.
- ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. Jean Senebier. Disponível em <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/534381/Jean-Senebier>>. Acesso em: 08 de mai. 2011.
- ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. Julius Von Sachs. Disponível em <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/515271/Julius-von-Sachs>>. Acesso em: 08 de mai. 2011.
- HALL, D. O. e RAO, K. K. História e progresso das ideias. In: HALL, D. O. e RAO, K. K. **Fotossíntese**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 1980. p. 8-17.
- KRAUS, J. E. O que é fotossíntese? In: **Programa de Educação Continuada. Aperfeiçoamento de professores – Professor da educação básica II. Biologia**, 2005, p. 28-39.
- LOPES, S. e ROSSO, S. Metabolismo energético. In: LOPES, S. e POSSO, S. **Biologia**, volume I. 2 ed. São Paulo: Editora Ática. 2010. p. 321-341.
- MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2004. p.132.
- MARANDINO, M. Apresentando dados de pesquisa em ensino de Biologia sobre fotossíntese. In: **Programa de Educação Continuada. Aperfeiçoamento de professores – Professor da educação básica II. Biologia**, 2005, p. 27-28.
- MARGULIS, L. e SCHWARTZ, K., V. Bactéria. In: **Cinco reinos: um guia ilustrado dos filós da vida na terra**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2001. p. 49 e 78.
- MAURI, T. 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. 2006. p. 79-122.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: As abordagens do processo**. Temas básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU. 1986.
- RAVEN, P. H. Fotossíntese, luz e vida. In: RAVEN, P. H., EVERT, R. F., e EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2007. p. 125-151.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Editora Artmed. 2009.