

**Significados estabelecidos por alunos da quinta série, a partir da leitura de texto e figura representativa de fotossíntese, utilizadas durante atividade de investigação.**

**The meaning established by Fifth Grade Students from the reading of a text and a representative picture of photosynthesis used during investigative activities.**

*Andréia de Freitas Zômpero*

Programa de doutorado de Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina. Universidade Norte do Paraná

*[andzomp@yahoo.com.br]*

*Carlos Eduardo Laburú*

Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina

*[laburu@uel.br]*

**Resumo:**

Este artigo apresenta um estudo dos significados de fotossíntese e das conexões estabelecidas pelos estudantes da quinta série do ensino fundamental a partir da leitura de texto e imagem utilizados durante o desenvolvimento de uma atividade investigativa sobre fotossíntese, na qual ambos os modos representacionais foram utilizados para a resolução do problema proposto aos alunos. Os sujeitos elaboraram um pequeno texto evidenciando os significados atribuídos em cada modo utilizado. Ao final da atividade investigativa os mesmos sujeitos produziram um desenho indicando os elementos necessários para a planta realizar a fotossíntese e os elementos produzidos nesse processo. A partir dos desenhos dos estudantes, foi-nos possível verificar as conexões, isto é, redes de significados que eles estabeleceram entre os modos representacionais utilizados ao desenvolverem a atividade investigativa, mediada por modos de representação como o texto e figura.

**Palavras chave:** Fotossíntese. Atividade Investigativa. Multimodos de representação.

**Abstract:**

This article presents a study about the meaning of photosynthesis and the connections established by Fifth Grade Fundamental Students from the reading of a text and a picture used during an investigative activity about photosynthesis in which both multimodal representations were used in order to solve the problem. For each semiotic representation, the subjects elaborated a small text highlighting the given meanings in each one, using modal drawing. In the end of the investigative activity the same students produced a drawing indicating the necessary elements the plant needs to produce photosynthesis and the elements in this process. From these drawings, it was possible to check the connections, that is, the network of meanings that they established among the multimodal representation used when developing the investigative activity, through a text and a picture.

**Key Words:** Photosynthesis. Investigative Activity. Multimodal Representations.

## INTRODUÇÃO

A compreensão dos mecanismos que levam à aprendizagem com base na estrutura cognitiva do aprendiz é um dos aspectos estudados pela psicologia cognitiva, a qual teve sua ascensão a partir da década de 1970. Esse ramo da psicologia se baseia nos processos mentais e se ocupa da produção de significados, da compreensão, transformação, armazenamento e uso das informações envolvidas na cognição (MOREIRA, 1999). Para a psicologia cognitiva, a aprendizagem envolve a produção de significados. O aluno aprende um conteúdo, um conceito, um determinado procedimento, um valor a respeitar, quando consegue lhe atribuir significados.

A disciplina de Ciências no ensino fundamental aborda muitos conteúdos de difícil compreensão para os alunos. Entre eles, a fotossíntese é considerada básica para a compreensão dessas relações que se estabelecem na biosfera. De acordo com orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, esse assunto deve ser ministrado a partir das Séries Iniciais.

Em pesquisas direcionadas a conhecer as concepções de alunos sobre fotossíntese em vários níveis de ensino, Charrier (2006) aponta, como um dos problemas, a metodologia puramente expositiva utilizada por muitos professores. Esta não estimula o raciocínio ou a atividade intelectual do aluno, como também não promove o seu engajamento. Neste sentido, as pesquisas a respeito da realização de atividades investigativas no ensino de ciências têm mostrado que esta metodologia de ensino pode ser mais satisfatória para a aprendizagem, por promover tanto a atividade intelectual como o engajamento, e assim, o interesse do aluno. A utilização de atividades investigativas no ensino é defendida por pesquisadores como Borges (2002); Azevedo (2006); Carvalho (2006); Sá (2009). Para eles essas atividades devem partir de um problema, por promover o raciocínio e as habilidades cognitivas dos alunos, além de possibilitar-lhes o desenvolvimento da argumentação.

É preciso enfatizar que não há um consenso na literatura quanto ao termo investigação. Conforme salienta Sá (2009), existe polissemia em relação ao significado do termo *investigação*, mesmo em países onde essa proposta de ensino é consolidada. Com base em estudos anteriormente realizados acerca das diferentes abordagens dadas ao termo Atividades Investigativas, por diversos autores como Azevedo (2006); Carvalho (2006); Duschl (2009), foi possível concluir que existem algumas características comuns apontadas por eles quanto a essa metodologia de ensino. São elas: o engajamento dos alunos para realizar as atividades, as quais são realizadas a partir de um problema; a emissão de hipóteses, em que é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos; a busca por informações, tanto por

meio dos experimentos, como pela bibliografia que possa ser consultada por eles para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo dessa maneira um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na Ciência. Essas características estão de acordo com o documento intitulado National Research Council, 2000 (*apud* BYBEE, 2006), o qual enfatiza que as atividades investigativas devem proporcionar aos alunos os seguintes aspectos: engajamento dos estudantes; observação das evidências; formulação de explicações para as evidências; conexão das explicações ao conhecimento científico.e a comunicação dos resultados.

Uma linha de investigação que caminha em paralelo com a citada se preocupa com o emprego de uma multiplicidade de modos de representação durante o ensino. Essas investigações reconhecem nesses modos uma condição fundamental para o aprimoramento da aprendizagem, na medida em que os estudantes precisam entender e ligar, dentro de uma integrada totalidade discursiva, diferentes modos representacionais científicos, tais como formas gráficas, verbais, matemáticas, cinestésicas, experimentais, diagramáticas etc. (PRAIN & WALDRIP 2006; LEMKE 2003).

Nos eventos de ensino e aprendizagem, os significados iniciais são estabelecidos por signos ou símbolos gradualmente e de modo idiossincrático, pois a atribuição de significados aos materiais de aprendizagem vai depender da estrutura do subsunçor de cada indivíduo. As novas aprendizagens darão origem a significados adicionais a signos ou símbolos e permitem a obtenção de novas relações entre conceitos já anteriormente adquiridos (AUSUBEL, 2000). O autor salienta que, além da estrutura cognitiva do aluno, outros fatores relevantes para a produção de significados são a apresentação do material de ensino, o qual deve apresentar significado lógico para o estudante, e também a disposição que este deve ter para a aprendizagem.

A linha de pesquisa em multimodos de representações vem atualmente sendo destacada como instrumento de instrução na educação científica. Os multimodos referem-se à integração no discurso científico, desses diferentes modos de representação. Os significados dos conceitos e proposições científicas não surgem simplesmente pela adição ou justaposição das representações, mas sim da combinação integrada dos modos representacionais.

Conforme afirma Lemke (2003), a integração entre os diferentes modos de representação é a chave para a compreensão dos conceitos científicos. Coutinho e Soares (2010) afirmam que para promover a significação no ensino de conceitos da ciência, o uso de imagens aliadas aos textos verbais é fundamentais. Em estudos realizados por Mayer (2002), os alunos aprendem melhor por meio de palavras e imagens do que apenas por palavras. Os seres humanos se engajam ativamente nos processos de cognição para construir representações mentais coerentes com a experiência prévia. Por isso, esses processos envolvem atenção, organização da informação e integração destas a outras áreas do conhecimento (MAYER, 2002) . As pesquisas de Mayer ( 2002) são compatíveis com as ideias de Ausubel (2000) quanto ao material de aprendizagem. Segundo esse autor, nos processos de aprendizagem há percepção e cognição. Inicialmente o aluno tem a percepção do material, por exemplo, uma figura ou texto, e na segunda etapa que o autor considera como cognição, ocorre a significação. De acordo com Mayer (2005), para a aprendizagem de texto e imagem o aluno emprega cinco processos cognitivos: 1) seleção de palavras relevantes para o processamento na memória operacional; 2) seleção de imagens relevantes para o processamento da memória visual; 3) organização de palavras selecionadas em um modelo verbal; 4) organização de imagens selecionadas em um modelo visual; 5) integração das representações verbais e visuais com o conhecimento prévio.

Neste estudo, temos por objetivo investigar os significados sobre fotossíntese produzidos por alunos da quinta série, atual sexto ano, do ensino fundamental a partir da leitura de texto e da visualização de uma figura de fotossíntese, utilizados durante a realização de atividades investigativas, e também as conexões a respeito da fotossíntese que eles estabelecem entre esses dois modos representacionais. Para desenvolver a atividade investigativa, tomamos por base a abordagem do NRC (*apud* BYBEE, 2006), a qual possibilita uma ampla aproximação com a utilização de multimodos de representação.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi realizado em uma escola pública central da cidade de Londrina. Participaram do estudo sete alunos da quinta série, sendo quatro meninos e três meninas. Os alunos foram escolhidos por conveniência pela professora regente da disciplina de ciências. No momento da realização do estudo, não haviam tido acesso formal ao conteúdo de fotossíntese e respiração das plantas na série em que cursavam, mas sim na anterior, isto é, na quarta-série, atual quinto ano.

Com base no objetivo deste estudo, de verificar os significados de fotossíntese e as conexões estabelecidas entre os modos representativos textos e figuras utilizados durante a atividade investigativa, desenvolvemos, então, a atividade investigativa com base na abordagem do NRC (*apud* Bybee, 2006) a qual deve proporcionar aos alunos os seguintes aspectos: engajamento; observação das evidências; formulação de explicações para as evidências; conexão das explicações ao conhecimento científico e conclusão da atividade. Para a realização dessa atividade foram realizadas quatro encontros sendo uma por semana. Consideramos cada dia como momento de intervenção.

No primeiro dia, para dar início à atividade investigativa, realizou-se uma interação discursiva entre os alunos e a professora/pesquisadora. Ao final da interação ela apresentou-lhes o seguinte problema: *A planta conseguirá viver em local totalmente escuro. Por quê?* O intuito foi levar os alunos perceberem a necessidade da luz para a sobrevivência das plantas. Para isso foram apresentadas duas plantas aos alunos de mesma espécie. Uma delas foi deixada em local iluminado, e a outra em um armário fechado. Ambas recebiam periodicamente a mesma quantidade de água.

Os alunos elaboraram e anotaram suas hipóteses. Acompanharam o desenvolvimento das plantas durante quinze dias, para observação das evidências, conforme a abordagem proposta pelo NRC (*apud* BYBEE, 2006). Fizeram duas vezes o registro das condições em que elas se encontravam.

No segundo dia de intervenção, após uma semana, os alunos observaram novamente as duas plantas e fizeram novos registros das condições em que ambas se encontravam, completando uma semana para a investigação. Nesse mesmo dia, apresentamos aos alunos um texto verbal explicativo de fotossíntese com linguagem própria para o nível de escolaridade em que se encontravam. Pediu-se-lhes que relatassem por escrito o que entenderam do texto, ressaltando os elementos necessários para realização da fotossíntese e os produzidos nesse processo. No texto havia uma pequena imagem da cadeia alimentar para explicar a importância da planta como produtora de matéria orgânica. Para dar sequência à atividade, entregamos a cada aluno uma figura não verbal representativa de uma planta

realizando fotossíntese. Na imagem apareciam os produtos necessários ao processo e os produzidos pela planta. Na figura não aparecia a clorofila. Apesar de faltar esse elemento essencial à fotossíntese, a figura foi escolhida para que fosse possível verificar se os estudantes iriam conseguir estabelecer conexões entre a clorofila citada no texto que lhes foi entregue, com a imagem de fotossíntese, na qual não havia esse elemento.

O texto e a figura forneceram aos alunos informações suficientes para ajudá-los a entender o problema levantado e possibilitaram a conexão ao conhecimento científico, conforme a proposta do RNC (*apud* BYBEE, 2006). Após observação da figura os alunos produziram também um texto expondo os significados de fotossíntese que elaboraram. O intuito da produção do texto pelos estudantes é verificar os significados elaborados por eles, a partir da leitura.

No terceiro dia de intervenção, ocorrido na semana seguinte, os alunos fizeram a última observação das plantas e finalizaram a atividade com a conclusão representando em desenhos o que ocorreu com ambas. Explicaram o ocorrido por meio da elaboração de um pequeno texto. Para constatar os significados produzidos pelos alunos durante a atividade investigativa, leitura do texto e da figura de fotossíntese, pedimos a eles no quarto e último dia da intervenção, que fizessem um desenho indicando nele os elementos necessários para a planta fazer a fotossíntese e os produtos desse processo. Por meio dos desenhos elaborados pelos alunos e com base nos significados produzidos por eles após leitura do texto e análise da figura de fotossíntese, como também do texto que elaboraram na conclusão da atividade investigativa, procuramos verificar a conexão estabelecida entre a atividade investigativa e os modos semióticos texto e figura.

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Iniciamos a pesquisa com os alunos fazendo uma interação discursiva entre eles para proporcionar-lhes engajamento na atividade. A professora/pesquisadora inicia a discussão. Indicamos por *P* a fala da pesquisadora, *A* dos estudantes e *AS*, quando muitos alunos responderam juntos a pergunta. Cada encontro foi denominado intervenção. Durante a interação inicial a pesquisadora apresentou aos alunos os dois vasos de plantas e propôs o problema: *A planta irá conseguir viver em local totalmente escuro? Por quê?* No final da atividade desse dia, isto é, na intervenção 1, os alunos escreveram suas hipóteses em uma folha que posteriormente recolhemos.

Os alunos mostraram interesse em realizar a atividade. Esse interesse pode ser entendido como o engajamento proposto na abordagem do NRC (*apud* BYBEE, 2006). Nesta primeira intervenção notamos que os alunos participaram satisfatoriamente nas interações discursivas, respondendo às perguntas feitas pela pesquisadora.

Os alunos mostraram ter significados claros e bem estabelecidos na estrutura de conhecimento quanto ao conceito de fotossíntese, em aspectos compatíveis ao nível de escolaridade em que estavam, pois todos apresentaram em suas hipóteses que a planta do escuro não seria capaz de sobreviver porque precisaria da luz para fazer a fotossíntese, mas não colocaram explicações sobre a necessidade da luz para a planta.

No segundo dia de intervenção iniciamos com a observação das duas plantas, o que levou os alunos a perceberem evidências sobre a necessidade da luminosidade. Colocamos ambos os vasos sobre a mesa, na qual os alunos sentavam para fazer suas anotações a respeito do desenvolvimento das duas plantas. Realizamos uma interação dialógica para que

os alunos pudessem expressar de modo verbal suas observações e também suas explicações quanto ao desenvolvimento de ambas.

Foi-nos possível verificar que o modo prático, isto é, a observação direta dos vasos, na qual os estudantes puderam comprovar evidências, e a situação dialógica proporcionada favoreceram a reflexão entre os alunos, conforme pudemos constatar nas suas respostas. Admite-se que esse momento de discussão foi necessário para ativar os processos mentais que possibilitam o raciocínio, sendo este também um dos objetivos da atividade investigativa.

Após a interação, pedimos aos alunos que registrassem por meio da escrita o que aconteceu com cada planta. Esse momento da atividade investigativa é importante para que os alunos percebam, novamente, as evidências para resolverem o problema proposto. Em síntese, as informações que apareceram foram as seguintes:

Planta do claro: as folhas cresceram e estão mais verdes. As flores também se desenvolveram mais.

Planta do escuro: a planta se desenvolveu menos e as flores parecem estar menos desenvolvidas.

Dois alunos deram como sugestão colocar, no claro, a planta que ficou no escuro, para ver o que poderia ocorrer. Este fato confirma o engajamento dos alunos na atividade investigativa, sendo uma das características necessárias apontadas pelo NRC (*apud* BYBEE, 2006) Acatamos a sugestão e dissemos que iríamos deixar as plantas nos respectivos lugares por mais uma semana para nova observação. Essa sugestão dos alunos confirma que a atividade investigativa despertou a curiosidade, levando-os a refletir sobre o ocorrido, não ficando limitados apenas à observação ou manipulação dos objetos, conforme sugere Azevedo (2006).

As respostas à pergunta *O que as plantas utilizam para fazer a fotossíntese?* foram: as plantas precisam de oxigênio, nitrogênio, luz, gás carbônico da folha, ar, água, ar para respirar.

Sabe-se que as plantas necessitam, para a fotossíntese, da luz do sol, da clorofila, água e gás carbônico. Isso demonstra que os alunos trazem para as situações formais de ensino, conhecimentos incompatíveis com a ciência.

Para explicar as evidências obtidas no experimento e o que ocorreu com as duas plantas, como o problema apresentado a eles na atividade investigativa, os alunos precisam ter acesso ao conhecimento científico. Nesse caso, foram então utilizados dois modos representacionais: texto e figura de fotossíntese. Inicialmente os alunos tiveram acesso ao texto. Após a leitura, pedimo-lhes para escreverem o que entenderam a respeito do texto. No texto havia uma pequena ilustração explicativa sobre a cadeia alimentar, indicando o papel dos decompositores na reciclagem da matéria.

## **Significados produzidos pelos alunos após modo de representação por leitura do texto**

Após essa primeira atividade de leitura do texto, obtivemos os seguintes resultados:

*A1: O sol produz energia, mas só um pouco dela chega à Terra. A Terra precisa do sol para poder sobreviver. As plantas precisam da clorofila para absorver a energia do sol e fazer fotossíntese. A2: O produtor (planta) usa as coisas naturais para sobreviver e produz alimentos para nós humanos, como o açúcar. O sol produz a energia e o calor. Só uma parte*

*da energia chega à Terra para ajudar na fotossíntese, e os humanos. A3: Eu entendi que a luz do sol é produtor de energia e a clorofila que faz a planta se desenvolver (fotossíntese). A4: O sol é uma estrela que produz luz e calor para a Terra. Fotossíntese é forma de energia. Usa gás carbônico e solta o oxigênio. A5: A planta precisa de resíduos minerais que se decompõem de restos de folhas e animais que a sustentam além do sol, oxigênio e água. É o caso de uma cadeia alimentar. A6: O sol é uma fonte natural de calor. A planta necessita de luz e calor do sol. A clorofila ajuda a planta a absorver os gases, como o gás carbônico, juntando com a luz do sol e calor. A7: O sol é uma estrela que produz energia. A fotossíntese é mais ou menos o alimento da planta. A clorofila das plantas produz açúcar que é um alimento para os animais e seres humanos.*

Os textos elaborados pelos alunos mostram que eles utilizaram detalhes do texto e não produziram uma cópia exata do material utilizado, conforme sugere Mayer (2005) em seu estudo.

### **Significados produzidos após modo de representação por observação da figura**

Após a leitura e elaboração da síntese do texto, os alunos receberam a figura com esquema representativo da fotossíntese para observarem e explicarem o processo. Essa figura apresenta as informações contidas no texto que foi lido por eles, porém não havia na imagem o elemento clorofila. O objetivo foi verificar os significados sobre fotossíntese elaborados a partir da figura.

*A1: A glicose que tem nos galhos da planta é retirada e vai para o solo. Pelo solo as plantas sugam pelas raízes, água e sais minerais. Para fazer fotossíntese ela suga energia solar e gás carbônico. A2: A planta ao realizar a fotossíntese absorve o gás carbônico e solta o oxigênio. Então ela produz frutos para sobreviver. A3: A planta usa o gás carbônico e libera o oxigênio, é a glicose que fica no açúcar e os minerais que vêm do animal morto que ajudam as plantas e a luz do sol. A4: A planta ingere gás carbônico e solta o oxigênio. Com isso a glicose abaixa para o tronco até chegar à raiz, a qual recebe água e sais minerais do solo. A5: Ela utiliza sais minerais, energia solar e solta o oxigênio e glicose e ajuda as outras plantas e humanos. A6: A planta necessita de gás carbônico, energia solar e absorve água, sais minerais e produz a glicose e frutos. A7: A planta recebe água e sais minerais do solo pela raiz e respira gás carbônico e junto com a glicose produz o oxigênio. O sol ajuda a manter o solo e a planta.*

O estudo dos significados produzidos pela observação da figura mostrou que vários estudantes, como A2, A3, A5 e A6, elaboraram significados coerentes com o conhecimento científico. Foi possível verificar também que com a integração entre os dois modos, os alunos, ao observarem a figura, conseguiram relacioná-la com algumas informações que apareciam apenas no texto, como a decomposição citada por A3 e a produção de alimentos para os demais seres vivos, citada por A2, A5 e A6. Isso demonstra que ao fazerem a leitura da imagem, os alunos transferiram para ela os significados que elaboraram inicialmente com a leitura do texto.

Os dados acima apresentados são sustentados por Mayer (2005) e Yore e Hand (2010), quando enfatizam sobre os cinco processos necessários para que se desenvolva a significação, para a qual deve ocorrer a seleção de palavras, imagens e a integração entre elas. Segundo esses autores, a integração dessas duas modalidades, com base nas teorias cognitivistas, resultam em processos mais elaborados para decodificar a informação. Ambos

os modos trabalham em paralelo para produzir representações mentais. Porém, verificou-se que a integração estabelecida entre os modos representacionais aqui utilizados levou o aluno a produzir significados, mas nem sempre coerentes do ponto de vista científico. Notamos que muitos alunos fizeram uma interpretação equivocada da imagem ao considerarem que a glicose desce ao solo, como A1, que a planta utiliza glicose para fazer fotossíntese como A2, que a planta ingere gás carbônico, como A4 e que respira gás carbônico conforme A7.

Outro aspecto relevante sobre a imagem ocorreu quando o aluno A1 relatou que a glicose dos galhos foi para o solo para ser utilizada pela planta. Na figura apresentada aos estudantes, havia algumas setas posicionadas no sentido descendente, indicando que a glicose desce das folhas para as raízes. O aluno A1 atribuiu erroneamente às setas o significado de que a glicose desce para o solo. Colin e Viennot (2002) salientam que a utilização de flechas em figuras pode ser um obstáculo ao entendimento do leitor, pois o mesmo ao fazer a leitura da imagem poderá atribuir significados incoerentes aos científicos.

Outro aspecto a ser considerado com relação à figura apresentada aos alunos é que a mesma não continha a palavra clorofila, como indicativo de um elemento para a realização da fotossíntese. A clorofila não foi citada em nenhuma das respostas dos alunos. Após terminarem a explicação da figura, por meio do texto que produziram, perguntamo-lhes:

*P: Vocês observaram se nesta figura tem algum elemento que não está presente para a realização da fotossíntese?*

*A1: A clorofila.*

Vários alunos confirmaram a resposta de A1. Isso mostra que a leitura da imagem foi complementada pela informação contida no texto e que os estudantes conseguiram fazer conexões entre as informações do texto e as da figura, conforme mediação feita pela pesquisadora. Esses resultados estão de acordo com Schnotz (2002), o qual afirma que nas leituras de imagem o aluno tem uma noção superficial da mesma, seleciona as informações contidas na imagem e constrói uma representação mental do tipo analógica. Sendo assim, o elemento clorofila não foi citado por nenhum aluno. A clorofila não fazia parte do vocabulário dos alunos quando iniciamos as interações. Esse dado é sustentado por Mayer (2005). Segundo o autor as representações mentais produzidas pelos alunos ao realizarem leituras de textos e imagens, são posteriormente integradas aos seus conhecimentos prévios. No caso da clorofila, além da imagem não fazer menção e este elemento, também não foi verificada nos conhecimentos prévios dos alunos, apesar de ter aparecido no texto para leitura.

No último dia, para finalizar a atividade investigativa, os alunos fizeram a conclusão. Para isso, produziram um desenho que representava as duas plantas, a que permaneceu no claro e a que ficou no ambiente escuro e fizeram uma breve explicação sobre o que ocorreu com elas. As explicações seguem abaixo. De acordo com o NRC (*apud* BYBEE,2006), é o momento da comunicação dos resultados

Os alunos elaboraram um desenho explicativo para cada planta seguido de um pequeno texto. As respostas indicaram que a planta do escuro não conseguiu fazer fotossíntese, e que no claro a planta sobreviveu porque fez fotossíntese.

Nessa mesma intervenção entregamos uma folha em branco aos alunos e pedimos a eles que desenhassem uma planta indicando o que ela utiliza e o que ela produz quando faz fotossíntese. Analisamos os desenhos feitos para verificar a partir deles os possíveis significados provenientes da atividade investigativa, leitura do texto, leitura da imagem estabelecendo-se dessa maneira as conexões entre esses modos semióticos.

O quadro abaixo apresenta sinteticamente as conexões estabelecidas entre significados produzidos após modo de representação por leitura de texto, por observação da figura, expressos nas representações dos alunos, isto é, nos desenhos produzidos por eles indicando o que a planta necessita para fazer fotossíntese e o que ela produz.

**Quadro 01:** Conexões estabelecidas entre leitura do texto e figura de fotossíntese

Alunos	Significados expressos pela leitura do texto ( no desenho dos alunos)	Significados expressos pela leitura da figura (no desenho dos alunos)	Comentários
A1	Presença de clorofila nas folhas. Utilização de gás carbônico, água e minerais pelas raízes para fazer a fotossíntese	Utilização de gás carbônico e de água e minerais pelas raízes .Produção de oxigênio Glicose vai para o solo	Predominância de Significados elaborados a partir da figura da fotossíntese. Utilizou setas no seu desenho como na figura apresentada sobre fotossíntese.
A2	Planta utiliza a luz do sol para fazer fotossíntese. Presença de clorofila na planta. Absorve gás carbônico e libera oxigênio	Planta absorve o gás carbônico e libera oxigênio. Utiliza água e sais minerais do solo e glicose para fazer fotossíntese	O aluno indica no desenho que a planta utiliza glicose para fazer fotossíntese. Aluno fez o seu desenho diferente da figura apresentada sobre fotossíntese
A3	Luz do sol é necessária à fotossíntese. Microrganismos que ajudam na decomposição auxiliam a fotossíntese.	Necessidade de luz para a fotossíntese.Glicose armazena-se nos frutos	Aluno apresentou conexões entre texto e figura da cadeia alimentar que havia no texto. Seu desenho não teve similaridade com a figura sobre fotossíntese. Não utilizou setas.
A4	Sol produz luz e calor para a fotossíntese. Produz oxigênio, absorve gás carbônico.	Planta absorve gás carbônico e solta oxigênio. Indicou a glicose como necessária para planta fazer fotossíntese e desce à raiz. Planta recebe água e sais minerais do solo.	Utilizou setas no desenho como na figura da fotossíntese Predominância de Significados elaborados a partir da figura da fotossíntese
A5	Planta precisa de água, luz do sol. Relacionou a clorofila com a fotossíntese.	Planta produz glicose. Absorve gás carbônico e água.	Aluna não indicou no desenho a presença de minerais e oxigênio, porem esses dois elementos aparecem nos significados tanto do texto como da figura. Equilíbrio entre de significados elaborados a partir da figura e do texto da fotossíntese. Utilizou setas como no desenho apresentado da fotossíntese.
A6	Planta necessita de luz do sol, gás carbônico e água.	Planta produz glicose. Absorve água. Necessidade de luz do sol para fotossíntese	Utilizou setas como na figura. Indicou a glicose descendo às raízes das plantas.Há um certo equilíbrio entre significados elaborados a partir do texto e da figura.
A7	Luz solar e gás carbônico necessários à fotossíntese. Produção de oxigênio	Planta absorve água e sais minerais do solo. Absorve gás carbônico e libera oxigênio. Glicose produzida nas folhas desce para raiz	Utilizou setas como na figura. Seu desenho foi similar à figura sobre fotossíntese. Predominância de significados produzidos a partir da figura.

Um aspecto a ser considerado é que no texto lido pelos alunos, o autor não utiliza a palavra glicose, mas sim açúcar. No entanto, durante a interação ocorrida na 3ª intervenção, foi possível verificar que alguns alunos, já anteriormente indicados, conseguiram estabelecer relações entre glicose e açúcar. Salientamos que nesta intervenção os alunos já haviam tido acesso à imagem representativa da planta realizando fotossíntese, na qual constava a palavra glicose. Mas, esse conceito é ainda confuso para a maior parte deles. Esse fato é demonstrado pela resposta do aluno A3, quando apresentou os significados da leitura do texto, ao afirmar que a glicose fica no açúcar e A2 quando aponta em seu desenho que a planta usa glicose para fazer fotossíntese. O aluno A3 relacionou em seu desenho a necessidade da presença dos microrganismos decompositores para a realização da fotossíntese. Ressaltamos que esse

significado é proveniente da figura de cadeia alimentar que havia no texto lido pelos alunos. Esse fato indica que a figura foi relevante para o aluno na atribuição de significados, estando de acordo com Mayer (2005) ao afirmar que o aluno em uma situação de ensino aprendizagem processa a imagem na memória operacional visual. Também a clorofila aparece apenas no texto e não no desenho que os alunos analisaram, mas os alunos A1, A2 e A5 conforme apresentado no quadro acima, conseguiram expressar em suas representações, isto é, em seus desenhos, a necessidade da clorofila para a fotossíntese. Esse fato mostra que os estudantes conseguiram transferir os conhecimentos de um modo representacional para outro, bem como conseguiram entender o uso coordenado desses modos, conforme apresentado nos desenhos. Também selecionaram palavras relevantes, neste caso a clorofila apresentada somente no texto, para a o processamento da memória verbal.

O desenho dos alunos é a expressão de suas representações mentais. Dos sete analisados, cinco fizeram seus desenhos muito parecidos e utilizando as setas, como na figura que lhes foi apresentada sobre fotossíntese. Cada desenho apresentado por eles teve suas características próprias. Esse fato reforça os achados de Mayer (2005) e Schnotz (2002) quando afirmam que os estudantes ao lerem figuras e textos, fazem uma seleção das palavras e imagens, e as integram aos seus conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. No caso de A2, o aluno apresentou em seu desenho a glicose como sendo necessária para a produção de fotossíntese. Essa mesma afirmação já havia sido feita pelo aluno quando iniciamos a interação 2. Para os alunos que indicaram a presença de clorofila em seus desenhos nota-se que com a leitura do texto, o qual constava a necessidade de clorofila para planta, os estudantes além de fazerem a seleção das palavras para construir suas representações mentais, foram capazes de transferir esse conhecimento para o desenho que realizaram sobre a fotossíntese. Esse fato ocorreu também com os alunos que indicaram a glicose em seus desenhos, pois ao fazerem a leitura da figura conseguiram selecionar a glicose como uma substância que faz parte do processo fotossintético.

A figura apresentada foi importante para a elaboração dos significados de fotossíntese. Não houve indícios nos desenhos dos alunos de que os significados apresentados fossem provenientes apenas da leitura do texto ou apenas da imagem. No entanto, há uma predominância no desenho de alguns estudantes, de significados elaborados a partir da figura. Esses dados são sustentados por Perales Palácios e F. Javier (2006), ao afirmarem que as imagens são mais facilmente compreendidas que os textos quando apresentadas a alunos que ainda não têm uma boa compreensão do conteúdo. Esse fato pode ser comprovado pelos desenhos dos alunos por mostraram-se muito parecidos com a figura representativa de fotossíntese que lhes foi entregue.

Silva e Compiani (2006) afirmam que a utilização de figuras permite o desenvolvimento contínuo dos níveis de abstração para que o estudante tenha entendimento de conceitos, princípios e generalizações. Neste caso, para o conceito de fotossíntese não há um referente concreto, sendo assim, a figura permite gradativamente o processo de abstração. Esse fato pode ser verificado nos desenhos de alguns alunos como A1, A3 e A7 que apresentaram predominância de significados de fotossíntese a partir da figura, em relação ao texto.

A conjugação da atividade investigativa com múltiplos modos de representação contribuiu para os alunos perceberem as evidências de que as plantas necessitam de luz para a realização da fotossíntese, porém, a utilização de textos e imagens trouxe aos estudantes muitas informações sobre o processo de fotossíntese e permitiu-lhes construir rede de significados favorecendo a compreensão do processo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão pelos alunos de conceitos científicos para os quais não se tem um referente concreto, como é o caso do conceito de fotossíntese, pode ser possibilitada pela elaboração de atividades pelo professor que favoreçam a maior atividade mental do aluno, como por exemplo, as atividades investigativas, para as quais os alunos observam as evidências de um determinado fenômeno e a utilização de diferentes modos representacionais. Esta pesquisa mostrou, conforme Ausubel (2000), que os significados elaborados nas situações de ensino e aprendizagem, assim como na utilização de diferentes modos de representação como a linguagem verbal do texto e não verbal das figuras, são idiossincráticos e por isso, muitas vezes discordantes dos significados da ciência que estão sendo apresentados pelo professor em uma situação de ensino e aprendizagem. Sendo assim, para as situações de sala de aula há necessidade de o professor verificar como está se desenvolvendo a compreensão dos alunos, por meio dos significados que vão elaborando durante as atividades que são desenvolvidas, para que a aprendizagem se efetive de maneira satisfatória.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Platanos, 2000.
- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: \_\_\_\_\_. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo. Thomson, 2006.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. 3º e 4º ciclos. Apresentação em Temáticas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1997
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro. Ensino de Física*. v. 19, n.3: p.291-313, dez., 2002
- BYBEE, R.W. Scientific inquiry and science teaching. In: \_\_\_\_ FLICK; LEDREMAN. *Scientific inquiry and nature of science* . Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica . In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). *Ensenar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas*. Santiago: Universidade católica de Chile.2006
- CHARRIER, M. PEDRO, M.C, MAXIMO, R.V. Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica em el campo de la enseñanza y el aprendizaje da la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias*, 2006. 24(3), 401- 410.
- COLIN, P. ; CHAUVET, F.; VIENNOT, L. Reading images in optics: students' difficulties and teachers' views. *International Journal of Science Education*, vol. 24, No.3, 313-332.
- COUTINHO, A. F; SOARES, A. G. Restrições cognitivas no livro didático de biologia: um estudo a partir do tema "ciclo do nitrogênio". *Ensaio* , v 12, n 2, 2010.

DUSCHL, A. R. *The HS Lab Experience: Reconsidering the Role of Evidence, Explanation and the Language of Science*. Disponível em [http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl\\_comissioned\\_paper\\_71204\\_HSLabs\\_Mtg.pdf](http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl_comissioned_paper_71204_HSLabs_Mtg.pdf). Acesso em dezembro de 2009.

DUVAL, R. *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*, Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Santiago de Cali, Colombia, 2004.

GODINO, J. D. *Teoría de las funciones semióticas: un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Trabajo de Investigación presentado para optar a la Cátedra de Universidad de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, 2003.

JAIPAL KAMINI Meaning Making Through Multiple Modalities in a Biology Classroom: A Multimodal Semiotics Discourse Analysis. *Science Education*, 2009

LEMKE, J. L. *Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions*, <<http://www-personal.umich.edu/~jaylemlke/papers/barcelon.htm>>, 2003. Acesso em: 1 de março de 2009

MAYER, R. E; MORENO, R. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1, March 2002

MAYER, R. E. Cognitive theory of multimedia learning, In\_\_\_ *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 2005.

PERALES, P; JAVIER. F ; JIMÉNEZ. J. Las ilustraciones en la enseñanza -aprendizaje de las ciencias: análisis de libros de textos *Enseñanza de las ciencias*, 2002, 20 (3), 369-386 369.

PERALES PALLACIOS, F. J. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 1, 13-30, 2006.

PRAIN, V. & WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multimodal representations of concepts in primary science, *International Journal of Science Education*, 28, 15, 1843-1866, 2006.

SÁ, Eliane Ferreira de. *Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação*. Tese de Doutorado- Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2009.

SILVA, Fernanda Keila Marinho; COMPIANI, Maurício Las Imagens geológicas y geocientíficas em libros didacticos de ciencias. *Enseñaza de las ciencias*, 24(2), 207-218, 2006.

SCHNOTZ, W. Towards an Integrated View of Learning From Text and Visual Displays, *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1, March 2002

STEINBRING, H. What makes a sign a mathematical sign? An epistemological perspective on mathematical interaction, *Education Studies in Mathematics*, 2006.