

ESTUDO DAS REPRESENTAÇÕES DO CONCEITO DE NUTRIÇÃO VEGETAL

Maria Helena da Silva Carneiro

Universidade de Brasília - Fac. de Educação

Laboratório Pedagógico de Ciências

Resumo

O presente estudo faz parte de um projeto de pesquisa apresentado ao CNPq em junho de 1996 e aprovado em 1997. Trata-se de um estudo sobre as representações dos alunos do ensino médio sobre os diferentes conceitos que envolvem a compreensão do processo de nutrição vegetal. Considerando a extensão do projeto apresentaremos, apenas os resultados relativos à interpretação dos alunos a respeito do clássico experimento de Jean Baptista van Helmont (1577 - 1644) O estudo dos aspectos históricos sobre o tema, primeira parte concluída do projeto, por ser muito ampla, será objeto de publicações posteriores.

Introdução

A preocupação com a melhoria da qualidade da Educação Científica no Brasil não é uma questão nova. Há muito se vem discutindo e propondo-se novas alternativas para o ensino de ciências em todos os níveis de escolaridade.

Analisando um trecho do discurso proferido por Rui Barbosa em 1882 em favor da reforma do Ensino Secundário e Superior, podemos concluir que mesmo depois de mais de um século, as críticas que ele fez ao sistema educacional daquela época e em particular, ao ensino das disciplinas científicas, ainda são bem atuais: “ O vício essencial dessa espécie de instrução (ensino secundário da época), entre nós, está em ser, até hoje, quase exclusivamente literária. Agrava esse mal o fato de que as escassas noções científicas envolvidas na massa indigesta desse ensino são subministradas sempre sob a sua expressão mais abstrata, didaticamente, por métodos que não se dirigem senão a gravar passageiramente na memória proposições formuladas no compêndio, repetidas pelo mestre e destinada apenas a habilitar os alunos a passarem nos exames salvando as aparências, e obtendo a suspirada matrícula numa faculdade.”

Sabemos que os problemas relativos ao ensino aprendizagem das disciplinas científicas ainda são muitos, e que a solução dos mesmos não se limita a ações isoladas como elaboração de novas metodologias de ensino ou redefinição de conteúdos programáticos, mas passa também, entre outros, pela questão da formação inicial e continuada dos professores, pela concepção de ciência, aprendizagem, e ensino. Nesse sentido, a universidade enquanto agência produtora de conhecimento e, também, formadora de recursos humanos deve garantir a sua participação em programas de formação continuada dos profissionais da educação.

Há, hoje, no Brasil uma vasta produção científica acerca dos problemas que interferem na educação brasileira. Mas, ainda são muito poucos os estudos realizados na área de Ensino de Ciências e em particular aqueles direcionados ao processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos, e os poucos existentes não chegam aos professores do ensino médio e fundamental.

É neste contexto que se insere a nosso trabalho cujo o objetivo central é de realizar um estudo sobre as representações dos alunos a respeito dos conceitos que envolvem a compreensão do processo de NUTRIÇÃO VEGETAL., reconhecendo as suas prováveis origens, identificando os possíveis obstáculos à aprendizagem para finalmente, propor seqüências de ensino. Considerando a extensão deste projeto apresentaremos aqui, apenas os resultados relativos ao estudo das representações dos alunos do ensino médio e a identificação dos prováveis obstáculos à compreensão do processo de nutrição vegetal.

Breve revisão bibliográfica

Depois da década de 70 as representações dos alunos têm sido um dos principais objetos de estudo na área de Ensino de Ciências, explorando de forma sistemática os diversos campos conceitos das disciplinas científicas. Mas, “ o interesse pedagógico” pelas concepções dos alunos não é uma preocupação recente; Bachelard (1938) no seu livro *La Formation de L’Esprit Scientifique*, já destacava o valor dos conhecimentos do aluno no processo de ensino-aprendizagem: “ Os professores de Ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental...”Os estudos realizados nesta área, vêm confirmando de certa forma, as observações feitas por Bachelard, no que se refere aos conhecimentos empíricos dos alunos e em relação a atitude dos professores face aos mesmos.

Os trabalhos realizados por Carneiro, 1996 demonstram que diante das representações dos alunos, os professores assumem diferentes atitudes: um primeiro grupo mostra-se incrédulo e considera que trabalhar com as representações é uma perda de tempo. Um segundo grupo, destaca que as concepções falsas correm o risco de parasitar outros estudantes na medida em que são colocadas oralmente, e, finalmente, um último grupo, onde se concentra um pequeno número de professores, que considera as representações dos alunos como ponto de partida para a organização do trabalho pedagógico na sala de aula. Os resultados desta pesquisa nos mostram que, de certa forma, todo conhecimento produzido acerca das concepções dos alunos ainda não é amplamente conhecido e aceito pelos professores do ensino fundamental e médio.

Neste sentido, é importante incentivar projetos de pesquisa que envolvam os professores no processo de produção do conhecimento. Estudos recentes na área de formação continuada de professores têm demonstrado que os resultados de pesquisa em educação são mais facilmente incorporados quando estes profissionais são envolvidos no processo de identificação dos problemas de ensino-aprendizagem e na proposição de soluções para os mesmos.

Romper com as tradicionais concepções sobre o ensino de Ciências é um processo longo e requer além do desejo de mudar, uma prática reflexiva sobre as próprias ações. Aceitar que o aluno ao chegar na sala de aula já possui um referencial teórico e, que, este, deve ser considerado durante o processo ensino-aprendizagem, significa romper com a concepção simplista de que para ensinar ciências basta dominar os conteúdos, saber organizá-los logicamente e transmiti-los para os alunos.

Segundo De Vecchi (1984); as pesquisas na área das representações seguiram duas orientações: a primeira do tipo fundamental, procura evidenciar as representações a respeito de um determinado conceito ou se dedica à sua evolução, ou ainda, à identificação dos possíveis obstáculos à sua aprendizagem; a segunda, considerada mais aplicada, procura estabelecer relações entre as representações e a “trama-conceitual” mostrando assim que é possível considerá-las durante o processo ensino-aprendizagem.

O projeto que ora apresentamos, segue na verdade as duas orientações: é do tipo “fundamental” porque pretende evidenciar as representações dos alunos buscando sempre que possível as suas origens e identificando os possíveis obstáculos à aprendizagem dos conceitos estudados; é também do tipo “aplicada” porque buscará desenvolver novas situações de ensino-aprendizagem, que tenham como base este referencial teórico dos alunos.

Durante o levantamento bibliográfico foi possível constatar que os pesquisadores que se dedicam a esta área de estudo utilizam vários termos para designar as explicações pessoais que a criança emprega para expressar a sua interpretação do mundo que a cerca. Encontramos pelo menos dez expressões que são empregadas com o mesmo sentido: *Schemata* por Champagne e col - 1983, *Teorias ingênuas* por Caramazza e col. 1981, *Ciências das Crianças* por Osborne, Bell e Gilbert - 1983, *Esquemas conceituais alternativos* por Watts e Driver - 1982 ou ainda: *concepções espontâneas, conhecimentos prévios, pré-concepções, concepções e representações*.

Da nossa parte, preferimos incorporar o termo Representação bem como o conceito estabelecido por J. Migne (1985). Para este autor, um dos pioneiros no estudo das concepções dos alunos, uma representação é a expressão da reinterpretação do que é percebido como realidade exterior e interior. Ela emana de uma prática social pois, se constitui através da experiência que permite “la mise en place” do sistema cognitivo que a produziu e toma forma graças aos códigos verbais e não verbais onde a origem é também social.

Esta visão da representação nos permite compreendê-la sob diferentes aspectos: Primeiro, o meio sócio-cultural da criança desempenha um papel importante na elaboração das representações. “Ora, se o aluno divide o seu tempo entre a vida familiar e a vida escolar, ele faz parte de dois “grupos sociais” onde as representações do mundo são muitas vezes diferentes, ou talvez, expressas de formas diferentes. Nesta dualidade, vemos não somente a importância do meio na construção das representações, mas também, a necessidade de considerá-la durante as situações de ensino-aprendizagem” (Carneiro, 1992). Como ressalta Henriques (1992) a criança desde seu nascimento tem o seu projeto intelectual: compreender o mundo que a cerca. Chegando na escola, ela torna-se aluno e deve aprender - depois de seis ou sete anos de um trabalho autônomo de exploração do mundo - Isto significa que ela deve adotar enquanto aluno, o projeto da escola que nem sempre é compatível com o seu.

Segundo, as representações podem ser consideradas como sendo ao mesmo tempo um produto e processo na medida que os alunos as “constroem” e as “mobilizam” para explicar determinados fenômenos. Neste sentido, as representações possuem um processo de organização de elementos preexistentes que levará a elaboração de modelos. Estes modelos serão, então mobilizados, para explicar determinados fenômenos.

Um terceiro aspecto é a interação aluno-objeto-situação: o aluno mobiliza as suas representações em função da situação. Assim, a atividade da criança não deve ser considerada como uma relação que possui um sentido único entre ele e o objeto do conhecimento, mas como uma interação entre ele, o objeto e a situação. Nessa perspectiva, não podemos considerar as representações como “simples objetos mentais preexistentes à atividade intelectual, que o observador apenas tornaria mais evidente”. (Astolfi, 1985).

Assim sendo, alguns parâmetros devem ser considerados durante a interpretação dos enunciados dos alunos. Buscando apoio na Psicologia Cognitiva, Richard (1990), podemos dizer que as representações são construções circunstanciais elaboradas em um determinado contexto e para atender a um fim específico. Nesta perspectiva, não podemos esquecer que basta uma mudança na situação para que as representações sejam sujeitas a mudanças. Um segundo aspecto a ser considerado, é que o significado de uma representação não emerge naturalmente do enunciado do aluno. Neste caso, as conclusões do pesquisador não escapam a sua subjetividade independente da metodologia utilizada ou mesmo do referencial teórico adotado. Portanto, as interpretações dadas aos enunciados das crianças, são por nós consideradas **hipóteses de representação**.

Como foi dito anteriormente, o estudo das concepções dos alunos acerca de fenômenos da natureza constituíram nas últimas décadas uma linha prioritária de investigação. Hoje, podemos dizer que pelo menos no meio acadêmico, a existência das representações é amplamente aceita, o papel que as mesmas desempenham durante a construção de um conceito é igualmente reconhecida. Mas, o meio de torná-la mais explícita e o como considerá-la durante uma situação de ensino-aprendizagem ainda levanta algumas discussões.

Retomando as reflexões de Rumelhard, 1984, podemos dizer que as noções de representação individual ou social dos alunos e sua utilização na educação, tornaram-se mais “familiares”. A idéia essencial consiste em admitir que não basta, durante os trabalhos pedagógicos, centrar-se na clareza do discurso científico enunciado pelo professor (ou redescoberto pelo aluno). O trabalho pedagógico não se resume mais à procura de melhores meios para tornar o conhecimento mais evidente e suscitar o interesse dos alunos”.

Considerando a especial dificuldade do tema - nutrição vegetal - o interesse pelos problemas relacionados com o processo de ensino aprendizagem deste campo conceitual tem inspirado muitos trabalhos. Uma das primeiras contribuições neste campo foi o estudo realizado pela equipe do INRP de Paris, coordenado por V. Host em 1976. Esse estudo já demonstrava que os alunos - séries iniciais - adotam o modelo de raiz - solo para explicar o fenômeno da nutrição vegetal. Para esses alunos as plantas retiram do solo o seu alimento a partir das raízes. Mais tarde, outros pesquisadores obtiveram resultados semelhantes: Simpson e Arnold, 1982; Smith e Anderson, 1984; Stavy et all, 1987; Rumelhard, 1985.

Wandersee, 1983, apud Cañal, 1992 usando o clássico experimento de van Helmont sobre o crescimento do salgueiro, constata que a maioria dos alunos, na faixa de 10 anos e mesmo em níveis mais elevados, acham que a terra do vaso perdeu peso porque foi consumida pela planta. Os estudos de Smith e Anderson, 1984, Barker et all, 1985 também constataram respostas similares, embora tenham utilizado instrumentos diferentes para explicitar as representações dos alunos. Simpson e Arnold, em estudos posteriores afirmam que a maioria dos alunos do ensino médio continua pensando que o alimento das plantas verdes tem a sua origem do solo. Esses autores destacam que estas concepções são bastantes

estáveis e resistentes a uma simples correção e que mesmo os alunos do ensino médio ainda não apresentam um conceito bem elaborado no que diz respeito a ser vivo, gás, alimento e energia que fazem parte do campo conceitual de nutrição vegetal.

No ensino mais especializado, como é o caso dos alunos de uma Escola Agrícola, onde o contexto é potencialmente diferente, estudos realizados por Battinger et all. 1988, em colaboração com Giordan, os resultados também não foram diferentes.

Empreender uma pesquisa nesta área nos leva a formular algumas questões básicas. Quais são as representações dos alunos brasileiros, do ensino médio, no domínio da nutrição vegetal? Como elas se “transformam” ? Em que medida o modelo pedagógico utilizado pelo professor contribui para que ocorram estas “transformações” ? E finalmente, considerando o aspecto cultural das representações e os resultados de estudos realizados em outros países, quais são as especificidades dos alunos brasileiros em relação a este conceito ?

Objetivos

- Identificar as representações dos alunos a respeito dos conceitos que envolvem o processo de Nutrição Vegetal.
- Analisar as representações buscando identificar os prováveis obstáculos à aprendizagem dos conceitos em questão.
- Propor seqüências de ensino-aprendizagem que considerem o referencial teórico dos alunos e que sejam capazes de promover transformações nas representações dos alunos.
- Analisar os processos ocorridos na sala de aula durante a execução das seqüências de ensino.
- Comparar e identificar se há transformações significativas nas representações dos alunos após a execução das seqüências de ensino.
- Identificar as especificidades das representações dos estudantes brasileiros.
- Criar mecanismos permanentes de intercâmbio entre a universidade e o ensino médio.

Metodologia

Considerando que as representações dos alunos são elaborações difíceis de serem percebidas, nós optamos pela utilização de um conjunto de métodos sugeridos por Giordan (1987) e adaptado por Carneiro (1992). O trabalho com esse conjunto de métodos facilitou o estudo das representações diminuindo as possibilidades de erros nas interpretações das concepções dos alunos.

Nesta perspectiva, realizamos a pesquisa em quatro etapas das quais, apenas duas foram concluídas.

1- **1ª coleta de dados**

1.1 - Estudo dos aspectos históricos.

1.2 - Observação participativa: esta técnica é normalmente utilizada quando se quer estabelecer maior contato com o grupo e se fazer aceitar pelo mesmo. Para tanto, o pesquisador participou, durante um certo período, de todas as atividades previstas para as aulas de Biologia desde a fase de planejamento das mesmas, até o momento de aplicação e discussão dos instrumentos de coleta de dados e posterior discussão dos resultados com os professores.

1.3 - Exercícios escritos: foi proposto aos alunos um exercício escrito em que aparecem questões abertas/fechadas e uma situação problema. É importante ressaltar que a situação problema é o relato da clássica experiência realizada por van Helmont realizada no início do século XVII.

2- **1ª análise dos dados.**

Os dados foram analisados a partir de uma “grade de análise” elaboradas para este fim.

3- **Proposição, teste e análise das seqüências de ensino.**

A partir das análises das representações dos alunos, algumas seqüências de ensino estão sendo testadas e analisadas visando a superação dos obstáculos identificados durante a análise das representações.

Todas as atividades serão registradas para que se possa fazer uma análise mais precisa dos processos ocorridos em sala de aula.

4- **2ª coleta de dados**

Será aplicado nesta fase o mesmo exercício proposto inicialmente com o objetivo de identificar as transformações ocorridas nas representações e de avaliar as seqüências de ensino.

Amostragem

Nesta primeira parte do projeto foi feito o levantamento das representações junto a alunos do ensino médio sendo quarenta e dois do primeiro ano e quarenta e três do terceiro ano, de uma escola pública do Distrito Federal, totalizando 85 instrumentos analisados

É importante ressaltar que ao contrário do terceiro ano, a coleta dos dados junto a alunos da primeira série foi feita antes do estudo do tópico fotossíntese.

Análise dos dados

Os estudos realizados nesta área têm demonstrado que a compreensão do processo de nutrição vegetal é bastante complexa uma vez que exige, entre outros, a compreensão de fatos, conceitos e relações. Este trabalho, que ora apresentamos, confirma de certa forma os resultados que outros autores já vêm chamando atenção.

Considerando a extensão do instrumento aplicado para explicitação das representações dos alunos a respeito dos conceitos que envolvem o processo de nutrição

vegetal, apresentaremos, apenas os dados relativos às questões relacionadas ao experimento realizado por van Helmont.

Analisando as representações dos alunos é possível observar que alguns padrões, normalmente detectados nas séries iniciais ainda estão muito presentes nas concepções dos alunos do ensino médio, embora esteja muitas vezes camufladas com terminologias técnicas e alguns conceitos isolados.

Representações dos alunos do primeiro ano.

Das quarenta e duas respostas analisadas trinta e uma aceitaram as conclusões de van Helmont, com algumas variações nas justificativas.

A) - Oito alunos super valorizam a água ou seja, colocam a água como único elemento responsável pelo crescimento do salgueiro

Ex:: 1 - " Sim concordo. Por que a água da chuva ou destilada não possui outra substância só tem hidrogênio e oxigênio..."

Ex: 2 - "...se não fosse devido a água sempre colocada a planta não irá se desenvolver nem iria pegar volume nem peso."

B) - Sete alunos admitem a terra e a água como elementos responsáveis pelo crescimento.

Ex:: 1 - "...a árvore cresceu pela água da chuva e os nutrientes da terra retirados pela raiz."

Ex::2 - " como o pesquisador depois replantou a árvore na terra ela ficou mais resistente, e com mais nutrientes que absorvia da terra, e ainda com a absorção da água...."

C)-Apenas dois alunos fazem referência a necessidade da luz, mas não explicam o papel da mesma.

Ex: 1 - "As plantas necessitam de água e de nutrientes da terra para o desenvolvimento, mas também necessitam da luz do sol"

Ex: 2 - "A planta cresceu porque estava na presença da luz".

Representações dos alunos do terceiro ano

A maioria não aceita as conclusões do van Helmont. Mas os argumentos utilizados nas justificativas são bem próximos das respostas dos alunos do primeiro ano.

A) - Das quarenta e três respostas analisadas seis alunos admitem literalmente as conclusões do pesquisador:

Ex: 1 - "A planta cresce porque retira os seus nutrientes da água da chuva..."

Ex: 2 - "a planta necessita de água como nutriente, é o seu único meio de alimento, com isso a árvore vai crescendo e desenvolvendo o seu próprio peso."

B) - Trinta e sete alunos não aceitam as conclusões do pesquisador e utilizam variados argumentos :

a)- Vinte alunos consideram que a planta retira do solo o seu alimento.

Ex::1- "...a água da chuva não era rica em nutrientes por isso ela retirou da terra o seu alimento com ajuda da raiz ".

Ex: 2 - "...a água utilizada era uma água sem nutrientes e a terra como não estava sendo adubada, os nutrientes ali contidos uma hora iria acabar."

b)- Dezesete alunos destacam a importância da luz, embora exista uma certa confusão entre luz e calor.

Ex: 1 - "...as plantas precisam de luz por causa do calor.."

Ex: 2 - "...além dos nutrientes retirados da água e da terra elas precisam da luz e do calor..."

Algumas conclusões

A análise das respostas dos alunos nos mostra que os conhecimentos relativos ao campo conceitual de nutrição vegetal que foram trabalhados no ensino médio e fundamental, pouco contribuíram para mudança das representações iniciais dos alunos, pois a grande maioria ainda guarda o padrão raiz-solo para explicar os resultados do experimento. Como afirmam Simpson et Arnold, 1992 os alunos aplicam o esquema característico de ingestão de alimentos dos animais diretamente para o caso dos vegetais ou seja, a planta obtém o seu alimento do seu entorno, demonstrando uma resistência em abandonar as suas concepções "vitalistas" para chegar a uma concepção mais naturalista

Uma das especificidades dos alunos do terceiro ano é a presença de terminologia científica como clorofila, cloroplasto, parede celular, etc. A equação geral da fotossíntese, embora rara, é presente, mas na maioria das vezes, incompleta: $CO_2 + H_2O = O_2$. Outra característica é uma maior especificação dos elementos que são retirados do solo ou da água: sais minerais. A importância da luz para o crescimento da planta parece ser uma constante entre os alunos do terceiro ano, mas quanto tentam explicar o papel da mesmas, a idéia difundida é que a luz fornece calor.

Quando os alunos citam a fotossíntese, esse processo não passa de uma simples troca gasosa - o CO_2 transforma-se em O_2 - que se realiza na presença de luz (ou melhor do calor??) com pouca ou quase nenhuma relação com a alimentação das plantas. Embora não tenha sido muito freqüente, alguns alunos lembram que o van Helmont esqueceu de considerar outra fonte de alimento que é o gás carbônico.

Hipóteses de representações dos alunos

- Os sais minerais retirados da terra, através das raízes são elementos determinantes para o crescimento e metabolismo dos vegetais.
- A nutrição não depende de nenhum intercâmbio gasoso.
- O alimento da planta se resume a água e sais minerais.
- O calor do sol é um fator determinante no processo da fotossíntese
- A clorofila serve apenas para dar cor verde a planta.
- A fotossíntese é um tipo de respiração que a planta realiza durante o dia.
- O oxigênio é o único elemento resultante da fotossíntese.
- A água, no processo da fotossíntese é apenas um solvente.
- Todas as reações fotossintetizantes são realizadas na presença da luz.

Alguns obstáculos à aprendizagem

- Concepção empirista do professor em relação a natureza da construção dos conhecimentos.
- Aulas logicistas isto é, conteúdos organizados do simples ao mais complexo, segundo a lógica pré-estabelecida nos livros didáticos e programas, sem considerar os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos.
- Desconhecimento do professor do campo conceitual do tema.
- Alguns aspectos fundamentais do processo de fotossíntese não são enfatizados durante as atividades de sala de aula.
- Grande detalhamento dos conteúdos programáticos de Biologia e tópicos trabalhados isoladamente - Distrito Federal.
- As concepções dos alunos a respeito do tema estudado, não são questionados durante as atividades de sala de aula.
- Erros conceituais dos livros didáticos
- Obstáculos relativos aos conhecimentos do senso comum :
 - *ambigüidade dos conceitos de nutrição e alimentação;
 - *para a maioria dos alunos o ar não tem peso, como pode participar da produção da matéria?
 - *o gás carbônico é um elemento nocivo para os seres vivos
 - *falta de conhecimento das características dos seres vivos e dos elementos que formam o seu corpo;

Bibliografia

ASTOLFI, J.P., DEVELAY, M. *La didactique des sciences*. Paris: PUF, 1989.

BACHELARD, G. *La Formation de L'Esprit scientifique*. Ed. J. Vrin, 1980 262p.

BARKER, M.; CARR, M. 1989 Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: *Intenational Journal of Science Education*, 11 (1), pp. 49 - 56

BARKER, M.; CARR, M. 1989 Teaching and learning about photosynthesis. Part 2: *Intenational Journal of Science Education*, 11 (2) pp 141 -152

BELL, B. Students' idea about plant nutrition: what are they? *Journal of Biological Education*, 17(3), pp213-218.

BATTINGER, R. et al. 1988 Nutrition de la plante? In *Les représentations des élèves en Biologie*. Dijon, INRAP-ENSSAA-Lycées Agricoles.

CAÑAL, P.L. 1997. La fotosíntesis y la respiración inversa de las plantas: un problema de secuenciación de los contenidos? In *Alambique*, 14. Pp. 21-36.

CAÑAL, P.L. 1992; Quel enseignement sur la nutrition des plantes en éducation "de base"? Proposition didactique. In *Aster* n° 15 pp 7 - 32.

CHAN, S. 1996. Focus on photosynthesis. In *The Science Teacher*. 63 (8) pp. 46-49.

CARNEIRO, M.H.S. *Etude des Représentations dans le Domaine de la Reproduction et Développement. Construction Progressive de ces Concepts chez les Enfants de L'École Primaire*. Tese de Doutorado, Paris VII, 1992.

CARNEIRO, M.H.S. *Atitudes dos professores face às representações dos alunos - VIII ENDIPE, 1996*.

DRIVER, R.; GUESNE, E. & TIBERGHIE, A (Editor's). *Children's Ideas In Science*. Open University Press, 1985. 208p.

EISEN, Y; STAVY, R. 1993. How to make the learning of photosynthesis more relevant. In *International Journal of Science Education*. 15 (2) 117-125.

GRAWITZ, Madeleine - *Méthodes des Science Sociales*. Paris: Dalloz, 1986.

GIORDAN, A. & al. *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*. Berne/Paris: 1987.

GIORDAN, A. & DE VECCHI, G.. *Les Origines du Savoir - Des Conception Des Apprenants aux Concepts Scientifiques*. Delachaux/Niestle, Paris. 1987.

HAZEL, E.; PROSSER, M. 1994. First-year University students' understanding of photosynthesis, their study strategies & learning context. In *the American Biology Teacher*, 56, (5) 274-279.

HENRIQUES, A. Apprendre et comprendre, représentation d'enfants et enseignement pour élèves. In: GIORDAN, *Psychologie génétique et didactique des sciences*. Berne/Paris: Peter Lang, 1989.

MIGNE, A.J. Représentations et initiation scientifique et technique. Le savoir dans les pratiques quotidiennes. *Recherches sur les représentations*. Paris, Ed. CNRS, 1985, p.304-320.

RICHARD, J.F. *Les activités mentales. Comprendre, raisonner, trouver des solutions*. Paris: Armand Colin, 1990.

RUEL, F. 1997. Enseigner et apprendre les sciences: représentations sociales de futurs enseignants et enseignants. In *DidasKalia*, 10, pp. 51-73

RUMELHARD,G “Quelques Représentations à Propos de la Photosynthèse”, *Bullentin Aster n°1*, 1985, Paris, INRP, P.38.

SIMPSON,M; ; ARNOLD,B. 1982 The inappropriate use of subsumers in biology learning. *European Journal of Science Education*, 4(2), pp.173-183.

SMITH,E.L.; ANDERSON. C.W. Plants as producers: a case study of elementary science teaching. *Journal of Research in Science Education*, 9 (1), pp. 105,115

STAVY, R. et all. 1987 How students aged 13 - 15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9 (1) pp.105 - 115

TEST, D.W. et all. 1980 Photosynthesis: teaching a complex science concept to juvenile delinquents. *Science Education*, 64, pp. 129 - 139

TEXTO APRESENTADO AOS ALUNOS

"Tomei um vaso de barro no qual coloquei 200 libras de terra, secada por min em um forno, umideci-a com água de chuva, e plantei aí o tronco ou caule de um salgueiro pesando cinco libras. E finalmente, tendo-se passado cinco anos, a árvore que nasceu daí pesava 169 libras e cerca de três onças. Quando necessário, eu sempre regava o vaso de barro com água de chuva ou água destilada, e o vaso era grande e inserido na terra. Para que a poeira solta no ar não se misturasse com a terra, cobri a borda da boca do vaso com uma placa de ferro recoberta de estanho, com muitos furos, facilmente passável. Não computei o peso das folhas que caíram em quatro outonos. Finalmente, sequei outra vez a terra do vaso e encontrei as mesmas 200 libras, faltando aproximadamente as duas onças. Portanto, 164 libras de madeira, casca e raízes se desenvolveram apenas da água." Jean Baptista van Helmont - 1577-1644.