

O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa

Simone Corrêa dos Santos Medeiros¹, Maria de Fátima Barrozo da Costa² e Evelyse dos Santos Lemos³

¹Colégio Estadual Gomes Freire de Andrade/SEE/RJ. Brasil. E-mail: medeiros@ioc.fiocruz.br. ²Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca/Fiocruz/RJ. Brasil. E-mail: mafa@ensp.fiocruz.br. ³Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz/RJ. Brasil. E-mail: evelyse@ioc.fiocruz.br

Resumo: Este artigo, objetiva analisar a partir da atividade da germinação do feijão, as concepções dos alunos acerca do conhecimento prévio e da aprendizagem dos temas da fotossíntese e respiração. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública estadual, na cidade do Rio de Janeiro. Participaram deste estudo 62 alunos de duas turmas do primeiro ano do ensino médio. A intervenção da atividade da germinação do feijão, envolvendo cinco situações diferentes, foi realizada em três etapas: a análise do conhecimento prévio dos alunos sobre os fenômenos da fotossíntese e respiração; a discussão das idéias prévias em grupo; e a experimentação extraclasse, com elaboração de relatório individual. Com base nos resultados obtidos, percebeu-se uma evolução dos conhecimentos sobre os temas envolvidos no decorrer das etapas, porém algumas idéias alternativas se mostraram persistentes. Enfim, enfatiza-se a necessidade de se planejar o ensino desses conteúdos de modo a facilitar a aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, fotossíntese, respiração, ensino médio

Title: The teaching and learning of the themes photosynthesis and respiration: pedagogical practices based on the significant learning

Abstract: The work had as objective, to analyze, from the bean germination, the students' conceptions about the previous knowledge and the learning of the themes of photosynthesis and respiration. This study involved 62 students of first grade of the secondary education from a public school, in the city of Rio de Janeiro. The experiment of the bean germination, involving five different situations, was accomplished in three different stages: an analysis of the students' previous knowledge about photosynthesis and respiration; a discussion of the previous ideas in group; and the home experimentation, with an elaboration of an individual report. With the obtained results, it was perceived an evolution of knowledge involving photosynthesis and respiration; however some alternative ideas were shown persistent. Finally, emphasized the need of planning the teaching of these themes in a way to facilitate a significant learning.

Keywords: Significant learning, photosynthesis, respiration, high school

Introdução

Analisando mais especificamente o ensino das ciências biológicas, percebe-se que os alunos, na maioria das vezes, memorizam o conteúdo ou aprendem concepções alternativas (Carrascosa, 2005), que não correspondem às aceitas cientificamente, a respeito dos diferentes temas. Talvez essa percepção seja sentida porque, segundo Araújo-Jorge e Borges (2004), a educação científica está associada a livros didáticos, que reproduzem o processo de domesticação, e currículos defasados, deixando lacunas no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, o entendimento dos conceitos básicos das ciências biológicas é central para a aprendizagem dos fenômenos biológicos, e, além disso, para outras áreas do conhecimento como a Física e a Química.

Conseqüentemente, os temas da fotossíntese e respiração envolvem conceitos fundamentais para o ensino de ciências, possibilitando uma visão abrangente dos mecanismos e dos ciclos de vida dos seres vivos, bem como suas relações na cadeia alimentar, evolução, metabolismo energético, entre outros.

É preciso, portanto, refletir acerca de estratégias metodológicas que favoreçam o ensino e a aprendizagem de conceitos fundamentais, como os temas da fotossíntese e respiração, que são considerados confusos e complexos pelos estudantes (Cañal, 2005; Medeiros, 2002; Souza e Almeida, 2002;).

Além disso, a carência de conteúdo destes temas que se acumula desde o ensino fundamental (Medeiros, 2007; Bonzanini e Bastos, 2004), aponta para a distância entre a realidade escolar e o currículo disciplinar.

De acordo com Ausubel (Moreira e Masini, 1982), existem dois tipos de aprendizagem: a significativa e a mecânica. Na aprendizagem significativa, temos um processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona com a estrutura cognitiva do sujeito de forma substantiva e não arbitrária. Enquanto, a aprendizagem mecânica, relaciona a nova informação com a estrutura cognitiva de forma não substantiva e arbitrária.

A aprendizagem significativa e a mecânica não são dicotômicas ou antagônicas, mas estão em extremos opostos de um *continuum*. É esse processo que caracteriza o processo da aprendizagem e, portanto, o avanço no *continuum* entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa (Lemos, 2008; Moreira, 1999).

Enfim, o ensino, deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa, através de procedimento potencialmente significativo que leve em consideração: a natureza do conhecimento prévio; a informação a ser aprendida, a presença dos subsunçores adequados na estrutura cognitiva para a ancoragem do conhecimento novo; e a intencionalidade do aluno para aprender de forma significativa (Lemos, 2005; Moreira *et al.*, 2004).

Dentro desse cenário se coloca a questão problema que norteia a pesquisa: Como favorecer a aprendizagem significativa dos temas da fotossíntese e respiração em alunos do ensino médio?

Para responder a essa indagação, este artigo, portanto, objetiva analisar a partir da atividade da germinação do feijão, as concepções dos alunos do

ensino médio acerca do conhecimento prévio e da aprendizagem sobre os temas da fotossíntese e respiração.

Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, optou-se por uma pesquisa descritiva com enfoque qualitativo. Uma característica que constitui a marca nos métodos qualitativos é a flexibilidade, principalmente quanto às técnicas de coleta de dados, incorporando aquelas mais adequadas à observação do que está sendo realizado (Martins, 2004).

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública estadual na cidade do Rio de Janeiro. Participaram deste estudo 62 alunos de duas turmas denominadas de "A" e "B" (34 alunos da turma "A" e 28 da turma "B") compreendidos na faixa etária entre catorze e vinte e três anos, do primeiro ano do ensino médio.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96) atribui ao ensino médio, à característica da terminalidade da educação básica, onde se tem a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos. A biologia, uma das disciplinas oferecidas no ensino médio, visa instrumentar o aluno para uma melhor interação com o ambiente natural, da qual é parte integrante, de forma consciente e responsável. Os temas fotossíntese e respiração fazem parte do conteúdo programático desta disciplina na primeira série do ensino médio (Ministério da Educação, 2000), o que favoreceu a escolha por este segmento do ensino.

A coleta de dados foi efetuada durante as aulas da disciplina de Biologia através do experimento da germinação do feijão (Figura 1), envolvendo os temas da fotossíntese e respiração.

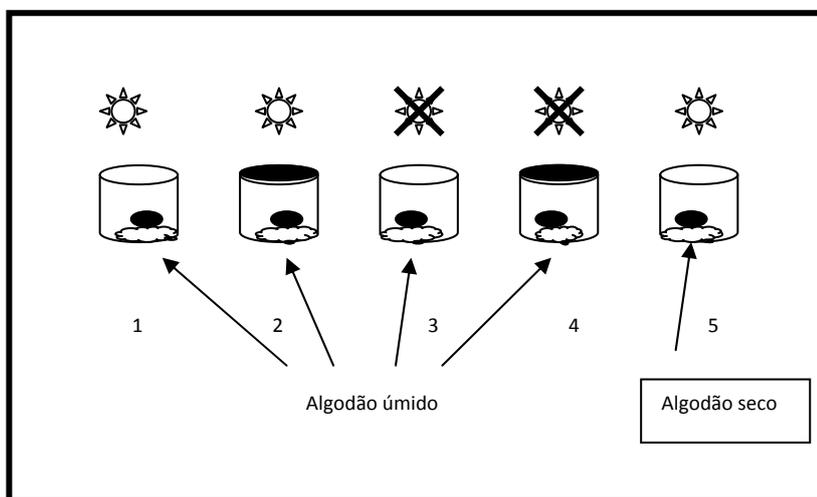


Figura 1. – Esquema da problematização da germinação do feijão.

O experimento problematizou cinco situações diferentes, contendo semente de feijão em recipiente transparente:

- a) Situação "1", aberto, com algodão úmido e em ambiente iluminado;
- b) Situação "2", fechado, com algodão úmido e em ambiente iluminado;
- c) Situação "3", aberto, com algodão úmido e em ambiente escuro;

- d) Situação "4", fechado, com algodão úmido e em ambiente escuro;
- e) Situação "5", aberto, com algodão seco e em ambiente iluminado.

Hoffmann (2002) relata que nem todas as propostas são desafiadoras a todos ou ao mesmo tempo. No entanto, cabe ressaltar que, optou-se por esse experimento por ser simples e de baixo custo.

Além disso, objetivou-se proporcionar uma situação conhecida e que fosse possível de ser enfrentada pelos alunos, porém numa abordagem diferenciada que os levasse a refletir sobre os temas em questão.

Dessa forma, a atividade da germinação do feijão foi realizada em três etapas, no terceiro trimestre do ano letivo, envolvendo a:

- a) Análise do conhecimento prévio dos alunos sobre os fenômenos da fotossíntese e respiração das situações apontadas na figura 1, desenhada no quadro-negro da sala de aula;
- b) Discussão dessas idéias prévias em grupo, abordando a relação da fotossíntese e da respiração com a germinação do feijão e o desenvolvimento do vegetal;
- c) Experimentação extraclasse das cinco situações da germinação do feijão, com a elaboração de relatório individual relatando os procedimentos e as justificativas dos dados da experiência.

Os alunos, também registraram, pela escrita, suas observações, reflexões e encaminhamentos da discussão das etapas da intervenção em sala de aula

A análise dos dados foi realizada à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (Moreira *et al.*, 2004; Moreira, 1999; Moreira e Masini, 1982), buscando identificar e apreender a realidade estudada.

Resultados e discussão

A atividade da germinação do feijão atuou como um convite aos alunos à pensarem sobre os temas da fotossíntese e respiração. A expectativa ao propor a atividade, era buscar como o aluno compreendia a relação da germinação e do desenvolvimento do vegetal com os fenômenos da fotossíntese e respiração. Ou seja, se ele percebia que o fator limitante para a germinação da semente era a "água e o ar" e não a "luz" que, por sua vez, era fator limitante para o desenvolvimento da planta germinada.

Na primeira atividade, em sala de aula, considerou-se o percentual de respostas corretas (Tabela 1), aquela em que o aluno acertou tanto a previsão da germinação como o do desenvolvimento vegetal, expressando, portanto, o seu entendimento sobre o metabolismo vegetal.

Nesse sentido, essa etapa atuou como uma avaliação diagnóstica (Nascimento e Mota, 2004) visando os conhecimentos prévios e a presença ou não dos subsunçores necessários à aprendizagem acerca dos fenômenos.

Assim, a pesquisa verificou que 62 alunos obtiveram índices maiores de previsões "adequadas", na situação "5" e 54 alunos na "1", que representavam as situações-controles (Tabela 1). Mas para as situações "2", "3" e "4" (Tabela 1), os índices foram baixos, demonstrando que os

alunos interpretaram que as condições de escuro e de recipiente fechado simulariam ocorrências não favoráveis à germinação e ao desenvolvimento vegetal.

Problematização		Situação "1"	Situação "2"	Situação "3"	Situação "4"	Situação "5"	
		Luz, água aberto	Luz, água fechado	Escuro, água aberto	Escuro, água fechado	Luz, aberto	
Respostas esperadas	Germinação	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	
	Desenvolvimento	Sim	Sim	Não	Não	Não	
Respostas adequadas	Turma A	Nº	30	04	14	02	34
		%	88,2	11,8	41,2	5,9	100
	Turma B	Nº	24	06	07	01	28
		%	85,7	21,4	25	3,6	100
Total		54	10	21	03	62	
		%	87,1	16,1	33,9	4,8	100

Tabela 1. - Respostas esperadas e as adequadas dos alunos nas situações problematizadas da atividade da germinação do feijão, desenhada no quadro-negro da sala de aula.

Apenas três alunos previram a germinação na situação "4" (Tabela 1) e o desenvolvimento prejudicado do feijoeiro pela ausência de luz, apresentando idéias adequadas relativas aos processos abordados, o que facilitaria a consolidação dos conceitos básicos em fotossíntese e respiração e possibilitando o início de uma abordagem mais profunda dos temas.

No entanto, verifica-se a necessidade de se trabalhar com os outros 59 alunos (Tabela 1) as concepções equivocadas cientificamente, buscando criar conflitos cognitivos (Festinger, 1957), capazes de gerar insatisfação dos mesmos com suas concepções, o que poderia levá-los a busca de novos conceitos, que viessem a satisfazer seus conflitos.

Ao analisar os relatos escritos dos alunos nessa primeira etapa, verificamos que a maioria (40 alunos) considerou os recipientes fechados, como ambiente com ausência de ar, e alguns deles explicitaram a idéia de ar como sinônimo de oxigênio. E, sobre a falta de luz, não consideraram a reserva energética da semente, suprimento, suficiente para o início da germinação, não necessitando ainda da fotossíntese como fonte energética.

A concepção do recipiente fechado não possuir ar, certamente influenciou a resposta dos alunos nas situações propostas, porém, através de suas previsões, demonstraram o entendimento da importância do ar para a germinação do vegetal, como assinala a tabela 1, apesar de não garantir que reconheçam a importância da respiração para a germinação.

Dessa forma, esses problemas conceituais relatados influenciaram o aluno no entendimento do recipiente fechado como um pequeno

ecossistema, com ciclos biogeoquímicos que são necessários tanto para a respiração como para a fotossíntese.

Essas constatações possibilitaram apontar que os alunos chegam ao ensino médio sem o domínio de conceitos complexos e abstratos, apresentando um saber empírico muitas vezes divergente do conhecimento científico, mostrando que o ensino não tem obtido êxito no favorecimento da aprendizagem significativa do conteúdo, mas para a simples memorização dos mesmos.

Gaspar e Monteiro (2005) e Colomina *et al.* (2004) identificaram também que as concepções alternativas se acumulam ao longo dos anos escolares e (Medeiros, 2002) culminam e influenciam o entendimento dos processos de fotossíntese e respiração, corroborando com os dados da pesquisa.

Destaca-se ainda, que somente depois da apropriação desses conceitos básicos, será possível a abordagem conceitual dos temas da fotossíntese e respiração.

Dentro desse contexto, é oportuno fazer referência à Ausubel (Moreira, 1985), que lembra a necessidade dos subsunçores específicos para a ancoragem da nova informação na estrutura cognitiva do aluno.

Avançando na análise dos dados, buscou-se categorizar os fatores (água; água + ar; água + luz; água + ar ou luz; água + ar + luz) que os alunos entenderam como determinantes para a germinação da semente e desenvolvimento vegetal (Tabela 2).

Percebeu-se que apenas 22 alunos (Tabela 2), de acordo com as suas idéias prévias, reconheceram a importância da "água e do ar" para a germinação.

É interessante observar que, se a maioria dos alunos não sabia sobre a importância do ar para a germinação era porque não apresentava o conceito de respiração como degradação de glicídio em presença de oxigênio com liberação de energia para a evolução dos seres vivos. Conceito este, chave, para o aprendizado sobre metabolismo energético.

Quanto ao desenvolvimento do vegetal, 28 alunos apontaram para a importância da combinação "água + ar + luz" necessária a atividade. Não obstante, para 21 alunos, apenas a "água e o ar" foram considerados como essenciais, não percebendo o processo de nutrição orgânica da planta, a fotossíntese, como síntese de glicídio, e como processo dependente da luz.

Nesse primeiro momento evidenciou-se um indicativo do ponto do *continuum* aprendizagem mecânica-significativa (Moreira, 1999) em que estavam os alunos, e a partir desse momento, buscar promover o avanço em direção a aprendizagem significativa.

A partir desses dados considerou-se pertinente proporcionar aos alunos uma discussão em grupo sobre as cinco situações de germinação propostas, objetivando facilitar a aprendizagem significativa através da negociação de significados entre os alunos.

É nesse momento que a discussão em grupo poderia desestabilizar concepções alternativas, pois aqueles alunos que se encontravam mais próximos da aprendizagem significativa dos conceitos sobre os temas

abordados, teriam a oportunidade de negociar com seus colegas o conhecimento, e nessa interação, a linguagem utilizada no grupo, de aluno para aluno, poderia ser um facilitador da aprendizagem (Pontecorvo *et al.*, 2005; Mortimer e Scott, 2002).

Germinação						
Categorias	Concepções (Idéias prévias)		Concepções (discussão em grupo)		Concepções (Relatórios extraclasse)	
	N	%	N	%	N	%
Água	03	4,9	04	6,5	18	29,1
Água + Ar	22	35,5	20	32,2	02	3,2
Água + Luz	08	12,9	07	11,3	-	-
Água + Ar ou Luz	19	30,6	15	24,2	01	1,6
Água + Ar + Luz	07	11,3	08	12,9	-	-
Outros	03	4,9	08	12,9	-	-
Não responderam	-	-	-	-	16	25,8
Não fizeram	-	-	-	-	25	40,3
Total	62	100	62	100	62	100
Desenvolvimento vegetal						
Água	01	1,6	-	-	04	6,4
Água + Ar	21	33,9	12	19,4	-	-
Água + Luz	06	9,7	03	4,8	03	4,9
Água + Ar ou Luz	-	-	-	-	01	1,6
Água + Ar + Luz	28	45,1	45	72,6	10	16,1
Outros	06	9,7	02	3,2	03	4,9
Não responderam	-	-	-	-	16	25,8
Não fizeram	-	-	-	-	25	40,3
Total	62	100	62	100	62	100

Tabela 2. – Fatores determinantes da germinação e do desenvolvimento vegetal nas situações problematizadas da atividade da germinação do feijão, segundo as concepções baseadas nas idéias prévias dos alunos, após a discussão em grupo e dos relatórios da experimentação extraclasse.

Nesse sentido, LemKe (1997, p.92) ressalta “que a aprendizagem não é um processo essencialmente individual dentro da sala de aula. A aprendizagem é essencialmente social”

Analisando as concepções dos alunos após as discussões em grupo, verificou-se que a maioria deles continuava visualizando que o recipiente fechado na situação “4” simulava ausência de ar, conforme a concepção individual dos alunos antes da integração em grupo.

Enfocando os fatores determinantes para o desenvolvimento vegetal (Tabela 2), percebeu-se alteração importante na categoria “Água + Ar + Luz”, relatado por 45 alunos. Este fato representou um avanço para a aprendizagem significativa desses conceitos. Possivelmente, para alguns alunos, a interação com os colegas e a discussão foi suficiente para causar um desequilíbrio com relação às suas concepções alternativas. No entanto, não foi possível observar progresso envolvendo a germinação, para a opção “água + ar”, considerada adequada do ponto de vista científico.

Complementando a análise dessas duas primeiras etapas do estudo, prosseguiu-se a experimentação extraclasse da problematização das cinco situações da germinação do feijão (Figura 1), visando um cenário que fosse possível proporcionar o aluno a confrontar ou a confirmar os resultados obtidos na sala de aula.

Além disso, a experimentação extraclasse possibilitou o aluno a vivenciar a atividade, tendo em vista a importância do contato do sujeito com o objeto de ensino, assim como, o relato dos dados obtidos, em relatório, propiciou a reconciliação integrativa de idéias que podem ancorar novas aprendizagens sobre o tema.

Dessa forma, os alunos tiveram um mês para realizar o experimento e apresentar o relatório, o qual foi sendo preenchido de acordo com os resultados parciais da atividade.

Os resultados encontrados pelos 37 alunos que realizaram a experimentação extraclasse indicaram que a maioria deles obteve germinação da semente em todas as situações, exceto na quinta, a qual atribuiu o resultado à falta de água no algodão (Tabela 3). A quinta situação, inserida no experimento como controle negativo, pode ter ajudado os alunos a perceberem a importância da água para a germinação, já que entenderam esta variável como um fator determinante para a germinação.

A experimentação ajudou o aluno a perceber que a situação "2" era favorável à germinação, o que os levou a uma reflexão sobre as condições dessa segunda situação. Muitos atribuíram o sucesso ao ciclo da água que foi bem visualizado no interior do recipiente. Alguns compararam o recipiente fechado a uma estufa ou mini-estufa. Porém nos experimentos aonde a semente não germinou, os alunos relacionaram o resultado à falta de ar no recipiente fechado, concepção alternativa que se mostrou persistente. A percepção sobre a ausência de ar nesses recipientes foi um obstáculo para que os alunos percebessem a "água e o ar" como fatores determinantes para a germinação.

Segundo Kawasaki (1998) a idéia de que a respiração vegetal ocorre apenas na folha, pode causar confusão aos alunos, que não entendem a respiração como processo celular que acontece também nas células embrionárias da semente.

Quanto ao desenvolvimento do vegetal, na primeira situação, 21 alunos observaram desenvolvimento normal, enquanto 16 alunos não verificaram ou este foi limitado ou anormal, possivelmente pela evaporação da água (tabela 3).

Na situação "3" tivemos 19 dos alunos relatando situações de não desenvolvimento do feijoeiro, o que os ajudou a perceberem que a falta de luz impede o desenvolvimento do vegetal (tabela 3). Porém muitos alunos não entenderam dessa forma e atribuíram o não desenvolvimento à falta de água, através da evaporação. Na realidade, eles não estavam errados quanto à necessidade da "água" para o desenvolvimento, mas esse fato mascarou a variável "luz" como um fator determinante.

Resultado	Situação "1" Luz, água aberto	Situação "2" Luz, água fechado	Situação "3" Escuro, água aberto	Situação "4" Escuro, água fechado	Situação "5" Luz, aberto
Germinação					
sim	30	31	32	32	-
não	7	6	3	5	31
não- relataram	-	-	2	-	6
Desenvolvimento					
sim	21	25	14	18	-
não	15	10	19	17	31
não- relataram	1	2	4	2	6

Tabela 3. - Relato dos alunos nas situações problematizadas da atividade da germinação do feijão, em experimento extraclasse (N=37).

A grande maioria dos alunos que não acreditava na germinação e desenvolvimento do feijão na situação "4" (tabela 1) pôde perceber, através da experimentação, que o recipiente "4" foi favorável à germinação, mas não ao desenvolvimento do vegetal. Assim sendo, 32 alunos tiveram germinação da semente no recipiente "4" e 17 alunos desenvolvimento anormal do feijoeiro. Com isso os alunos se aproximaram do conceito de que a germinação não depende da "luz", mas a experimentação não foi suficiente para que pudessem perceber a necessidade da presença do "ar" para esse processo.

De um modo geral, os alunos relataram que não observaram a germinação nos recipientes fechados devido à falta de oxigênio. Persistindo, desse modo, a concepção já detectada anteriormente da falta de ar em recipiente fechado.

Enfocando o relatório extraclasse (Tabela 2) foi possível evidenciar que alguns alunos não participaram da experimentação extraclasse e que outros não souberam ou não quiseram explicar os resultados da pesquisa. Estas atitudes enfatizam os fatores ausentes que são imprescindíveis para a aprendizagem significativa: a falta de subsunçores específicos para a ancoragem de novos conceitos e da pré-disposição do aluno para aprender significativamente (Moreira, 1985).

Comparando as idéias dos alunos nas três etapas da problematização, verificou-se que antes da experimentação extraclasse, em média, 21 alunos que consideravam a "água e o ar" como fatores determinantes da germinação, foi alterado após a experimentação, passando a considerar, segundo 18 alunos, somente a "água" como fator determinante.

Com relação ao desenvolvimento do vegetal, cabe ressaltar pelos dados da pesquisa, uma diferença significativa entre os 28 alunos no primeiro

momento e os 45 alunos após a discussão em grupo, que consideravam a relação “água+ar+luz” como fatores determinantes. No entanto, após a experimentação, percebeu-se somente 10 alunos para a mesma variável.

Buscando conhecer a contribuição da atividade para um ensino dinâmico e comprometido com a aprendizagem significativa dos fenômenos da fotossíntese e respiração, o quadro 1, ajuda a visualizar que algumas idéias inadequadas dos alunos no início da atividade foram modificadas e se tornaram adequadas, do ponto de vista científico, com o decorrer das mesmas.

Atividade	Idéias
Adequadas	
Início	A água é essencial O oxigênio é um fator essencial
Final	A água é essencial também à fotossíntese Composição do ar: possui oxigênio e gás carbônico Recipiente fechado favorece a germinação do vegetal Relação entre fotossíntese e energia Percepção de sistema de transporte dentro do vegetal Crescimento da planta diretamente relacionado à fotossíntese
Inadequadas	
Início	Recipiente fechado não tem ar Ar ambiente como sinônimo de oxigênio Recipiente fechado não é favorável à germinação do vegetal O vegetal retira seus nutrientes da água, por isso cresce
Final	O oxigênio não é um fator essencial

Quadro 1. - Algumas idéias expostas pelos alunos no início e no final da atividade da germinação do feijão.

Assim, a idéia adequada no início da atividade como, “o oxigênio é um fator essencial à vida” (Quadro 1), foi modificada no final da atividade em função de uma concepção prévia do aluno de que não existe ar dentro do recipiente fechado. Portanto, uma concepção inadequada cientificamente e resistente à mudança pode afetar e mudar idéias adequadas que ainda não estão bem consolidadas.

Cañal (2005) enfatiza que os obstáculos ao aprendizado podem estar associados à falta de conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno o que impossibilita a incorporação significativa de novas informações. Para Gagliardi *et al.* (2006), os alunos não possuem concepções prévias para muitos temas da biologia, muitas vezes, decorrente da distância entre a experiência pessoal e o fenômeno biológico.

Pensando no *continuum* aprendizagem mecânica-significativa (Moreira, 1999) é possível expor que esse desequilíbrio, causado pelo confronto experimentação x idéias prévias, foi essencial para o avanço no *continuum* em direção a aprendizagem significativa.

Medeiros (2007) relata que após intervenção baseada em experimentos com situações problemas, as concepções prévias dos alunos foram resistentes aos conceitos novos e, que muitas vezes, apenas acrescentam conhecimento novo aos pré-existentes ou apenas memorizam.

Segundo Moreira (1999, p.61) "a mudança conceitual é progressiva, evolutiva, não substituta. As novas concepções, ou novos significados de uma dada concepção, coexistem (talvez para sempre), na estrutura cognitiva". Desse modo, percebeu-se que algumas idéias inadequadas cientificamente permaneceram ao final da atividade, sugerindo a possibilidade de serem frutos ainda de processos ensino-aprendizagem inadequados (Lemos 2006; Moreira *et al.*, 2004).

Cabe ressaltar, também, que na etapa inicial da atividade, foi comum o uso de significados do senso comum e de significados científicos, concomitantemente. Portanto, é preciso refletir acerca da necessidade de se colocar o aluno em situações que proporcionem o contato com práticas pedagógicas adequadas, para a apreensão dos conceitos apropriados cientificamente, o que facilitará ancoragens futuras.

Considerações finais

Pela pesquisa realizada, observou-se que a atividade da germinação do feijão foi uma adequada estratégia para a abordagem dos temas e que as diversas etapas realizadas, contribuíram para o envolvimento da maioria dos alunos com o processo ensino e aprendizagem.

Em relação às concepções alternativas dos alunos pesquisados, sobre alguns conceitos e a carência de conteúdo de base, apontado pelo estudo, destaca-se a necessidade no sentido de planejar, organizar e aplicar atividades pedagógicas mais apropriadas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem.

É pertinente acrescentar, também, a necessidade dos conceitos científicos serem abordados interdisciplinarmente com o objetivo de se tornarem mais estáveis na estrutura cognitiva dos alunos, além de ancorar aprendizagens mais complexas no futuro.

Nesse sentido, é preciso ensinar buscando favorecer a aprendizagem significativa, para que os alunos possam passar por etapas crescentes no processo de aprendizagem, contribuindo para a organização hierárquica de sua estrutura cognitiva, respeitando o momento e as particularidades de cada um.

Referências bibliográficas

Araújo-Jorge, T.C. e E.L. Borges (2004). A expansão da pós-graduação na Fundação Oswaldo Cruz: contribuições para melhoria da educação científica no Brasil. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 1, 2, 97-115.

Bonzanini, T.K. e F. Bastos (2004). Avanços científicos recentes como temas para o ensino de Biologia Média. Em R. Nardi (Org.), *Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores* (pp. 79-93). São Paulo: Escrituras.

Cañal, P.L. (2005). *La nutrición de las plantas: enseñanza y aprendizaje*. España: Síntesis Educación.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas em la actualidad. (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 3, 388-402.

Colomina, R., Onrubia, J. e M.J. Rochera (2004). Interatividade, mecanismos de influência educacional e construção do conhecimento na sala de aula. Em C. Coll, A. Marchesi, J. Palácios e Cols (Org.), *Desenvolvimento psicológico e educação* (pp. 294-308). Porto Alegre: Artmed.

Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Gagliardi, M., Giordano, E. e M. Recchi (2006). Un sitio web para la aproximación fenomenológica de la enseñanza de la luz y la visión. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, 1, 139-146.

Gaspar, A. e I.C.C. Monteiro (2005). Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10, 2, 227-254.

Hoffmann, J. (2002). *Avaliar para promover: as setas do caminho*. Porto Alegre: Mediação.

Kawasaki, C.S. (1998). *Nutrição vegetal: campo de estudo para o ensino de ciências*. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Universidade de São Paulo.

LemKe, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciência. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Buenos Aires: Paidós.

Lemos, E.S. (2008). *El aprendizaje significativo y La formación inicial de profesores de ciencias e biología*. Tese de Doutorado em Enseñanza de las Ciencias. España, Universidad de Burgos.

Lemos, E.S. (2006). A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Periódico do Mestrado em Educação da UCDB*, 21, 53-66.

Lemos, ES. (2005). Re-situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5, 3, 38-51.

Martins, J.B. (2004). Contribuições epistemológicas da abordagem multirreferencial para a compreensão dos fenômenos educacionais. *Revista Brasileira de Educação*, 26, 85-94.

Medeiros, S.C.S. (2007). *O ensino e a aprendizagem dos temas Fotossíntese e respiração no ensino médio fundamentados na teoria da aprendizagem significativa*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Biociências e Saúde. Rio de Janeiro, Instituto Oswaldo Cruz.

Medeiros, S.C.S. (2002). *Concepções prévias no ensino médio e alternativa metodológica para o tema respiração*. Monografia de Especialização em Ensino de Ciências. Niterói, Universidade Federal Fluminense.

Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC.

Moreira, M.A. (1999). *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Universidade de Brasília.

Moreira, M.A. (1985). *Ensino e Aprendizagem. Enfoques teóricos*. São Paulo: Moraes.

Moreira, M.A e E.F.S. Masini (1982). *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.

Moreira, M.A., Sahelices, M.C.C. e M.L.R. Palmero (2004). *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresidad y lenguaje*. España: Universidad de Burgos.

Mortimer, E.F. e P. Scott (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações no Ensino de Ciências*, 7, 3, 283-306.

Nascimento, R.B. e F.A.A. Mota (2004). Avaliação educacional: considerações teóricas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 12, 44, 810-830.

Pontecorvo, C., Ajello, A.M. e C.D. Marco (2005). *Discutindo se aprende: interação social, conhecimento e escola*. Porto Alegre: Artmed.

Souza, S.C. e M.J.P.M. Almeida (2002). A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. *Ciência & Educação*, 8, 1, 97-111.