

## ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA APÓS USO DA INTERNET \*

Maria Cecília de Chiara Moço<sup>1</sup>

Agostinho Serrano<sup>2</sup>

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática,  
Universidade Luterana do Brasil, ULBRA/Canoas-RS  
ppgcien@ulbra.br

### Resumo

Os estudantes de cursos de Licenciatura na área de Ciências ingressam na Universidade com suas próprias concepções alternativas sobre como funciona o meio ambiente. Caso estas concepções não sejam confrontadas adequadamente com concepções científicas durante o curso, estas serão perpetuadas retornando aos seus futuros alunos. A partir deste estudo constatou-se que: 1) as concepções alternativas persistem após o curso universitário e os indivíduos fazem uso delas de acordo com a situação; 2) os estudantes demonstraram dificuldades de interrelacionar conceitos ao discutir temas complexos; 3) os estudantes reproduziram as informações dos sites da Internet passivamente, sem reflexão sobre as palavras e expressões dos textos e 4) as informações dos sites também colaboraram para o reforço das concepções alternativas dos estudantes.

Palavras-chave: Concepções Alternativas; Efeito Estufa; Fotossíntese; Internet.

### Introdução

Parte dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências têm se dedicado a compreender os fatores que influenciam a aprendizagem dos estudantes. Um dos desafios que os professores devem enfrentar em sala de aula é como lidar com as concepções alternativas dos seus alunos. O debate se fundamenta no confronto de estratégias divergentes: 1) o professor deve substituir a concepção alternativa por uma concepção científica (mudança conceitual) (Posner *et al.*, 1982; Dush & Gitomer, 1991) ou 2) deve respeitá-la e aceitar que a concepção alternativa e a concepção científica podem coexistir (Driver *et al.*, 1994).

Os estudos têm demonstrado que os estudantes, em todos os níveis educacionais, apresentam grande resistência em mudar suas concepções alternativas (Campanario, 2002). Logo, os estudantes universitários de cursos na área de Ciências já ingressam na universidade com suas próprias idéias sobre como funciona o meio ambiente, e essas idéias são perpetuadas em um ciclo onde concepções errôneas são induzidas pelos próprios professores ao aplicarem analogias. Muitos trabalhos apontam esta característica e acrescentam que as concepções podem também ser reforçadas por textos de livros didáticos adotados (por exemplo: Quílez Pardo & Sanjosé López, 1995; Barker, 2002; Trundle, Atwood & Christopher, 2002).

Diversos estudos têm sido conduzidos a fim de documentar as concepções alternativas de estudantes em ciências. Dentre vários temas trabalhados (Duit, 1993) em biologia o tema fotossíntese é um dos mais problemáticos. Foram encontrados concepções

---

\* Apoio

<sup>1</sup> Bolsista ProDoc/Capes do PPGEICIM, ULBRA, Canoas, RS

<sup>2</sup> Professor Adjunto do PPGEICIM, ULBRA, Canoas, RS

errôneas em estudantes de todos os níveis de escolaridade e este é um problema que causa preocupação em profissionais em diversos países - por exemplo: EUA (Test & Heward, 1980; Wandersee, 1985; Simpson & Marek, 1988; Lumpe & Staver, 1995), Israel (Eisen & Stavy, 1993, Stavy, Eisen & Yaakobi, 1987), Suécia (Carlsson, 2002) e Brasil (Souza & Almeida, 2002).

A compreensão do processo de fotossíntese abrange aspectos multidisciplinares e pode refletir, de certa maneira, a capacidade do aluno de entender o que é ciência. Na discussão sobre o tema fotossíntese são abordados conceitos de:

- Química (propriedades químicas da água, pH, reações redox, substâncias orgânicas e inorgânicas, equilíbrio químico);
- Bioquímica (enzimas, co-enzimas, catalisação de reação, cadeia transportadora de elétrons, ciclos de reação);
- Ecologia (ciclos geoquímicos, cadeia alimentar, ecossistemas);
- Física (radiação eletromagnética, energia, conversão e transferência de energia);
- Fatores ambientais (temperatura e umidade relativa do ar, estações do ano, latitude, altitude);
- Morfologia vegetal (forma da folha, superfície foliar, modificações morfológicas dos órgãos);
- Citologia (organelas celulares, organização do cloroplasto);
- Anatomia foliar (organização dos tecidos da folha) e
- Fisiologia vegetal (absorção de água, transporte de substâncias, mecanismo de abertura dos estômatos).

Na aprendizagem do tema fotossíntese o aluno, além de saber os aspectos conceituais, deve ser capaz de inter-relacionar os conceitos para a compreensão concisa do fenômeno e sua importância para os seres fotossintetizantes. Uma estratégia de motivação, a fim de minimizar as dificuldades na inter-relação de conceitos biológicos complexos, pode ser a introdução de temas ambientais na sala de aula. King & Kennet (2002a,b), por exemplo, aplicaram temas ambientais para o ensino de física e sugerem que esta estratégia pode ser aplicada no currículo de qualquer país. Silva & Carvalho (2002) acrescentam que a incorporação de temáticas ambientais no currículo escolar é uma maneira eficiente de informar a sociedade sobre questões em debate mundial atual.

No entanto, Gayford (2002) ressalta que a abordagem de temas ambientais, como a mudança climática mundial (efeito estufa), no ensino de ciências é considerado um grande desafio por parte dos professores devido a compartimentalização do currículo em disciplinas. Este autor se dedicou a pesquisar como deve ser feita esta abordagem pelos professores de ciências em sala de aula e como o tema deve se inserir no currículo de ciências. Da mesma maneira que o público deve saber dos problemas ambientais e participar da discussão de como resolvê-los, a abordagem de forma não-organizada pode despertar concepções erradas e tendenciosas (Groves & Pugh, 1999).

O efeito estufa tem sido exaustivamente abordado tanto pela mídia impressa quanto por programas e documentários da televisão. Atualmente, a comunidade científica está perante uma discussão de âmbito mundial com especialistas da área político-econômica. Essa discussão aumentou devido ao compromisso firmado no Protocolo de Quioto (Japão, dezembro de 1997) o qual consta que países desenvolvidos devem reduzir suas emissões de gases de efeito estufa - dentre eles o CO<sub>2</sub> é o mais importante - em pelo menos 5% em relação aos níveis registrados em 1990 até o período entre 2008 e 2012. A Holanda, por exemplo, é um dos países obrigados a reduzir cerca de 200 milhões de toneladas de carbono e, para isso, serão destinados 250 milhões de euros aplicados em duas frentes: 1) no desenvolvimento de

novas tecnologias limpas, e 2) no financiamento de projetos de recuperação e preservação ambiental. Neste contexto, o Brasil pode ser político-economicamente beneficiário do que é chamado de mercado de créditos de carbono, na forma de um programa – o Leilão de Certificados de Emissões (CERUPT). Este programa estabelece que os países emissores poderão pagar para outros não emitirem mais e retirarem da atmosfera, com suas florestas e matas, o dióxido de carbono produzido por eles. A fotossíntese é o processo fisiológico diretamente envolvido no seqüestro do carbono da atmosfera influenciando diretamente nas mudanças climáticas globais e, conseqüentemente, na captação de recursos financeiros para o Brasil. Estudos recentes indicam que a Floresta Amazônica pode ser responsável pela absorção de 1,4 bilhão de toneladas de carbono, correspondente a aproximadamente 42% da produtividade primária do planeta (Remani *et al.*, 2003).

Apesar de tão discutido, este tema não é exposto de forma ampla e concisa no conteúdo escolar e em livros didáticos. Dessa forma, muitas vezes o professor, a fim de discuti-lo, sente necessário recorrer a outras fontes de informação como a Internet.

O uso do World Wide Web (WWW) representa um marco no acesso da informação tanto de entretenimento quanto de assuntos técnicos científicos (Post-Zwicker *et al.*, 1999; Yates, 2000). Isto se deve principalmente ao grande volume de informação acessado com extrema rapidez. No entanto, alguns autores alertam que o professor deve ter muito cuidado ao utilizar este tipo de ferramenta, pois estudos recentes indicam que os estudantes, quando entram em sites de busca, não costumam explorar muito e não avaliam as fontes, usam ingenuamente a Internet para obter respostas ao invés de tentar compreendê-las (Feldman, Konold & Coulter, 2000; Clinch & Richards, 2002; Hoffman *et al.*, 2003). O agravante é que assim como ocorre nos livros, como citado anteriormente, os textos obtidos na Internet também podem reforçar ou até mesmo induzir concepções alternativas em seus usuários.

Neste trabalho procuramos avaliar as concepções alternativas persistentes em estudantes universitários no final de curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas em relação aos temas fotossíntese e efeito estufa; avaliar a capacidade de interrelacionar conceitos e discutir estes tópicos complexos da ciência; e avaliar a capacidade crítica desses estudantes perante as informações disponíveis em sites da Internet sobre estes temas.

## **I. Levantamento de dados**

O levantamento de dados foi realizado em uma turma do sétimo semestre do curso regular de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada, campus Santo Angelo, Rio Grande do Sul (N=27). A disciplina de Botânica II, em que foi realizada a pesquisa, aborda o conteúdo de fisiologia vegetal. Os conteúdos sobre transpiração, transporte de água, absorção de água, absorção de nutrientes do solo e fotossíntese foram abordados em aula. A atividade foi realizada no Laboratório de Informática da URI, após a primeira avaliação destes conteúdos, supondo que os estudantes não só assistiram as aulas, mas também revisaram o conteúdo para a avaliação. Cada estudante teve a disposição um computador com acesso livre à Internet e um texto explicativo com detalhes da atividade que seria realizada em um período de 60 minutos. No texto constava trechos de três reportagens obtidas no Jornal da Ciência Online. Em cada trecho, foram destacadas palavras em negrito: “efeito estufa”; “combustíveis fósseis”; “biocombustíveis” e “seqüestro de carbono”. O objetivo da atividade era buscar na Internet a definição de cada uma destas palavras destacadas e responder os questionários Q4 e Q5.

Os instrumentos utilizados no levantamento dos dados constam de questões abertas agrupadas em questionários pré- e pós-teste para avaliar diversos aspectos, discriminados abaixo:

questionário preliminar (Q1): Identificação do estudante.

questionário preliminar (Q2): Avaliação da habilidade do estudante em relação ao computador e à Internet antes da atividade.

questionário pré-teste (Q3): Sondar os aspectos que o estudante acha mais importantes da fotossíntese e avaliação do conhecimento prévio sobre efeito estufa.

1) Como você explicaria, para um leigo, qual a importância da fotossíntese para o meio ambiente?

2) O que você acha que é efeito estufa? Explique.

3) Baseado no que você sabe sobre efeito estufa, cite prováveis consequências para o meio ambiente e o homem:

questionário pós-teste (Q4): sobre o conhecimento adquirido efeito estufa após a atividade e sobre o ponto de vista do estudante sobre a disciplina de botânica.

1) O que é efeito estufa?

2) Por quê a destruição das florestas aumenta o efeito estufa? Explique.

3) Por quê estudar o efeito estufa nesta disciplina de botânica?

As respostas, de todos os questionários, foram analisadas qualitativamente pelos métodos de análise de conteúdo (categorização) (Bardin, 1977). Em algumas perguntas, as respostas individuais dos estudantes foram classificadas segundo o tipo de conteúdo, adaptado de Trundle *et al.* (2002). A tipologia seguiu os critérios descritos na Tabela I.

TABELA I: TIPOS DE CONTEÚDOS DAS RESPOSTAS E OS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA DESCREVÊ-LOS:

Tipos de conteúdo das respostas	Critérios
Científico	Resposta que apresenta todos os critérios válidos da concepção científica
Fragmentos científicos	Resposta que apresenta pelo menos um critério válido da concepção científica.
Científico com fragmentos alternativos	Resposta que apresenta pelo menos um dos critérios válidos da concepção científica, e complementa utilizando argumentos ou palavras de concepções alternativas.
Alternativa	Resposta que apresenta todos os critérios da concepção alternativa
Sem resposta	Resposta que não apresenta informação suficiente para ser avaliada, ou situação em que a resposta não foi dada.

## II. Apresentação dos resultados

A seguir apresenta-se a compilação dos resultados e respostas dos estudantes aos questionários.

### Questionário pré-teste (Q1):

Em termos de caracterização geral do grupo (N = 27), verificamos que 17 estudantes residem na cidade de Santo Angelo e 10 residem em cidades vizinhas; 5 estudantes já lecionam no Ensino Fundamental, 5 fazem estágio remunerado na Universidade (bolsistas e auxiliares de

laboratório), 7 somente estudam e 10 trabalham em outras atividades; 14 desejam lecionar no Ensino Médio após a graduação, 10 demonstraram o desejo em conseguir um emprego no Ensino Superior ou como Biólogo (pesquisa, laboratórios de análise clínica), 4 não responderam sobre a atividade profissional que desejam atuar após a graduação.

### Questionário pré-teste (Q2):

A avaliação da habilidade do grupo em relação ao computador e a Internet demonstrou que apenas 5 estudantes tem computador em casa com acesso à Internet, dos 22 que não tem acesso à Internet em casa, 18 tem acesso à Internet somente na Universidade e apenas 4, além da Universidade, costumam acessar em outros locais (casa de familiares e amigos, lojas especializadas). Em relação a frequência com que acessam a Internet, 9 acessam raramente, 4 acessam uma vez por semana, 3 acessam mais de uma vez por semana e 11 acessam todos os dias. Dentre os motivos pelos quais acessam a Internet, 14 citaram pesquisa para trabalhos acadêmicos, 12 busca de notícias gerais, 10 consultam e-mail, 1 faz consultas no emprego, apenas 1 estudante consulta somente e-mail, mas 7 utilizam a Internet apenas para trabalhos acadêmicos e 2 não responderam. Na questão sobre os sites mais visitados, 5 estudantes citaram o Globo ([www.globo.com](http://www.globo.com)), 4 o Biomania ([www.biomania.com.br](http://www.biomania.com.br)), 3 o Superinteressante ([super.abril.com.br](http://super.abril.com.br)), 1 o Ciência Hoje ([www.ciencia.org.br](http://www.ciencia.org.br)), 1 o Pesquisa Escolar ([www.pesquisaescolar.com.br](http://www.pesquisaescolar.com.br)), 1 o Biotecnologia ([www.biotecnologia.com.br](http://www.biotecnologia.com.br)), 1 o Greenpeace ([www.greenpeace.com.br](http://www.greenpeace.com.br)), 1 o Galileu ([galileu.globo.com](http://galileu.globo.com)), 1 o Ministério do Meio Ambiente ([www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama)) e 10 citaram apenas sites de busca (google, cadê, yahoo). Em relação à preferência de navegar em sites em português ou em outras línguas, 23 estudantes consultam somente páginas em português, 1 consulta páginas em outras línguas com tradutor e 3 consultam também páginas em inglês e espanhol.

### Questionário pré-teste (Q3):

Pergunta 1: As respostas sobre a importância da fotossíntese para o meio ambiente foram categorizadas em:

CATEGORIA A: se referem aos gases envolvidos no processo de fotossíntese:

A.1 - ar : 3 estudantes mencionaram que a fotossíntese é importante para a formação do ar, não especificando qual gás atmosférico. Possivelmente, associaram diretamente a liberação de oxigênio com o ar. Exemplos:

*“...pois através dela temos **ar** e alimento.”* (1)\*

*“...eu diria que não teria **ar** sem fotossíntese.”* (19)

A.2. - liberação de O<sub>2</sub> : 12 estudantes mencionaram somente a liberação de oxigênio.

*“É importante para que ocorra **produção** de O<sub>2</sub> e também para que seres vivos consigam sobreviver.”* (14)

*“Para a **produção** de O<sub>2</sub>, utilizado na respiração dos seres vivos.”* (15)

A.3 - absorção de CO<sub>2</sub> : 2 estudantes ressaltaram o benefício da fotossíntese para a retirada de CO<sub>2</sub> da atmosfera.

*“Importante por consumir o **CO<sub>2</sub>** da atmosfera...”* (20)

*“...que elas também retiram **gás carbônico** do meio ambiente, que em excesso seria prejudicial ao planeta.”* (13)

A.4. - trocias gasosas : 3 estudantes particularizaram as trocas gasosas, entrada de CO<sub>2</sub> e saída de O<sub>2</sub>.

*“...para o ambiente por **purificar** o ar pois o **CO<sub>2</sub>** é convertido em O<sub>2</sub>.”* (25)

*“É consumidora de **CO<sub>2</sub>** e H<sub>2</sub>O e elimina O<sub>2</sub>...”* (5)

\* Os estudantes foram identificados, aleatoriamente, por números como apresentado no exemplo. Esses exemplos foram escolhidos por serem característicos da categoria.

CATEGORIA B: se referem à produção de alimento:

B.1 - nutrientes para a planta : 2 estudantes mencionaram que o processo da fotossíntese é importante para a aquisição de nutrientes.

“A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas adquirem seus **nutrientes**,...” (3)

B.2 - alimento para a planta – 9 estudantes responderam que a fotossíntese produz alimento para a planta.

“Explicaria que fotossíntese é um dos meios que as plantas utilizam para obter seu **alimento**,...” (8)

” A fotossíntese é essencial para os vegetais pois é a partir dela que esta obtém seu **alimento** (glicose)...” (10)

B.3 - alimento para outros seres vivos (cadeia alimentar) : 5 estudantes ressaltaram as plantas como base na cadeia alimentar.

“Que a destruição dos vegetais acarretaria num enorme dano a **todos os seres vivos**, pois tudo, ou seja, a **base** é os vegetais...” (2)

“O meio ambiente precisa das plantas, pois elas são a **base** da maioria das cadeias alimentares.” (7)

B.4 - definição do processo : 3 estudantes se detiveram a reproduzir a definição do conceito de fotossíntese.

“Produção de substâncias orgânicas a partir de substâncias inorgânicas em presença da luz solar.” (9)

“Síntese de matéria orgânica pela luz através de  $CO_2$  e compostos inorgânicos.” (16)

CATEGORIA C: 6 justificaram que as plantas são importante somente para o homem.

TABELA II: TIPOS DE CONTEÚDOS DAS RESPOSTAS DA PERGUNTA 1 DO Q3 E OS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA DESCREVÊ-LOS:

Tipos de conteúdos das respostas	Número de estudantes	Critérios
Totalmente científico	Nenhuma	Todos os 4 critérios da concepção científica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de alimento</li> <li>• Liberação de Oxigênio</li> <li>• Absorção de Gás Carbônico</li> <li>• Base da cadeia alimentar</li> </ul>
Fragmentos científicos	17	Resposta que apresenta pelo menos um critério válido da concepção científica acima descrita.
Científico com fragmentos alternativos	5	Nesta categoria, estão os estudantes que mencionaram apenas um dos critérios válidos da concepção científica, acima descritos, mas também utilizaram linguagem ou mistura com critérios das CA's.
Totalmente alternativo	3	Respostas em que foram utilizados somente critérios da concepção alternativa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de ar</li> <li>• Consume, aspira ou converte o Gás Carbônico</li> <li>• Produção de nutrientes</li> <li>• Importante somente para o homem</li> </ul>
Sem resposta	2	Resposta que não apresentou informação suficiente para ser avaliada, ou situação em que a resposta não foi dada.

Pergunta 2: As respostas sobre o que acham que é efeito estufa foram categorizadas em: CATEGORIA A - sobre o fenômeno:

A.1 - processo natural : 5 estudantes demonstraram que o efeito estufa é um fenômeno natural que é agravado pela ação antrópica.

*“...sem efeito estufa não viveríamos, porém o que esta acontecendo é um aumento por demais elevado...”* (2)

*“...pois na verdade o efeito estufa sempre existiu nos protegendo contra congelamento da terra.”* (3)

A.2 - somente resultado da ação antrópica : 12 estudantes, destacaram apenas as causas provocadas pelo homem.

A.3 - aquecimento : 19 estudantes citam a ocorrência de aquecimento, sendo que 16 explicam que o efeito estufa é o aquecimento global, enquanto que 3 acham que o aquecimento é uma consequência do efeito estufa.

*“Com a presença de poluentes o efeito estufa fez com que a temperatura aumentasse...”* (18)

A.4 - inversão térmica – 2 estudantes confundiram o efeito estufa com o fenômeno da inversão térmica.

*“É quando há tantos gases poluentes que sobem para a atmosfera, formando uma camada que impedirá a inversão térmica provocando muito calor.”* (27)

#### CATEGORIA B - causas do fenômeno:

B.1 - gases tóxicos e poluentes – 13 estudantes mencionaram a participação de gases sem especificar quais são eles.

*“É um super aquecimento na terra causado por gases poluentes...”* (20)

*“Super aquecimento global através dos gases tóxicos e poluentes em geral.”* (5)

B.2 - Gás Carbônico – 8 estudantes ressaltaram a participação do CO<sub>2</sub> no efeito estufa.

*“É um processo natural, mas está prejudicial pelo excesso de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o que causa um aquecimento maior que o indicado.”* (7)

*“É o aumento da temperatura causado pela grande quantidade de CO<sub>2</sub>...”* (10)

B.3 - Monóxido de Carbono – 2 estudantes mencionaram a participação de Monóxido de Carbono.

*“Acho que o efeito estufa está prejudicando muito o ambiente pois em função da queima de monóxido de carbono dos carros...”* (12)

*“Um fenômeno natural que se agravou com o alto índice de liberação de monóxido de carbono...”* (19)

#### CATEGORIA C - fonte de emissão dos gases estufa na atmosfera

C.1 - combustíveis fósseis : 4 estudantes relacionaram a emissão de gases oriundos da queima de combustíveis fósseis.

*“Quando ocorre a excessiva queima de combustíveis fósseis que irão liberar gases poluentes...”* (14)

*“A liberação e queima dos combustíveis fósseis liberam gases na atmosfera...”* (15)

C.2 - outras fontes – 3 estudantes relacionaram a emissão de gases com outras fontes (queimadas, respiração, fábricas, indústrias).

*“...grande quantidade de CO<sub>2</sub> que é liberado através das queimadas, CFC, indústrias e também através da respiração.”*(10)

*“...causada pelos gases liberados das fábricas automóveis...”* (18)

#### CATEGORIA D - efeito destes gases na atmosfera:

D.1 - acúmulo de gases provoca a formação de nuvens, capa ou camada – 3 estudantes

*“...fica depositado nas nuvens fazendo com que haja superaquecimento da terra...”* (12)

D.2. - raios solares – 4 estudantes disseram que o acúmulo de gases retém a saída de raios solares da superfície terrestre.

TABELA III: TIPOS DE CONTEÚDOS DAS RESPOSTAS DA PERGUNTA 2 DO Q3 E OS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA DESCRREVÊ-LOS:

Tipos de conteúdos das respostas	Número de estudantes	Critérios
Totalmente científico	Nenhuma	Todos os 4 critérios da concepção científica sobre o efeito estufa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• é o aquecimento global</li> <li>• é um processo natural agravado pela ação do homem</li> <li>• o principal gás de efeito estufa é o CO<sub>2</sub></li> <li>• a principal fonte de emissão de CO<sub>2</sub> é a queima de combustíveis fósseis.</li> </ul>
Fragmentos científicos	6	Resposta que apresenta pelo menos um critério válido da concepção científica.
Científico com fragmentos alternativos	11	Resposta que apresenta tanto critérios da concepção científica quanto argumentos ou palavras de concepções alternativas, citadas abaixo.
Totalmente alternativo	7	Resposta que apresenta somente critérios da concepção alternativa sobre o efeito estufa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• causa o aquecimento global</li> <li>• é provocado pelo homem</li> <li>• é aumentado pela liberação de vapor de água na atmosfera</li> <li>• as fontes de emissão de gases de efeito estufa são: fábricas, queimadas, respiração</li> <li>• prejudica a camada de ozônio</li> <li>• causa chuvas ácidas</li> <li>• causa inversão térmica</li> <li>• causa câncer de pele, desidratação, problemas pulmonares</li> <li>• é causado pela retenção de raios solares</li> </ul>
Sem resposta	3	Resposta que não apresenta informação suficiente para ser avaliada, ou situação em que a resposta não foi dada.

Pergunta 3: Respostas sobre as conseqüências do efeito estufa categorizadas em:

- A. degelo – 17 estudantes citaram o degelo das calotas polares.
- B. elevação do nível dos oceanos – nesta categoria se encaixam os 6 estudantes que mencionaram diretamente a elevação dos níveis dos oceanos (mares) ou indiretamente com palavras: alagamento, inundação, enchente ou invasão de água.
- C. queimadas – 2 estudantes relacionaram que o aumento da temperatura pode provocar queimadas.
- D. alterações climáticas – 3 estudantes citaram que o efeito estufa provocará alterações no clima, sem especificar quais.
- E. prejudica plantas e animais – 3 estudantes mencionaram morte ou prejuízos em plantas (cultivadas ou nativas) e animais (mudanças na época de acasalamento)
- F. saúde humana – 9 estudantes citaram que o efeito estufa provocará problemas de saúde como problemas respiratórios (pulmonares), alergias, desidratação ou câncer (de pele).
- G. camada de ozônio – 3 estudantes citaram que o efeito estufa provoca a destruição da camada de ozônio.
- H. poluição do ar – 5 estudantes citaram que o efeito estufa pode provocar o aumento da poluição atmosférica.
- I. chuva ácida – 3 estudantes citaram que o efeito estufa pode provocar chuva ácida.

J. informações – 2 estudantes explicaram que como consequência do aumento do efeito estufa são publicadas reportagens em jornais, livros e artigos na Internet.

Estes dados não foram organizados em tabela devido a sua diversidade. Em particular, note-se que a categoria J não corresponde à uma resposta válida da pergunta. As categorias A – E podem ser enquadradas como respostas com perfil científico, visto que o aumento da temperatura global pode provocar estes efeitos. A categoria F possui apenas um possível efeito do aumento da temperatura: desidratação. Todos os outros efeitos da categoria F não possuem relação com aumento da temperatura. Em particular, câncer de pele está intimamente relacionado com outro problema ambiental, a destruição da camada de ozônio. Já as respostas G – I se enquadram como concepções alternativas, pois estão relacionadas com outros problemas ambientais alheios ao efeito estufa, e freqüentemente confundidos com este efeito, conforme reportado na literatura (Groves & Pugh, 1999).

#### **Questionário pós-teste (Q4):**

Pergunta 1: para as respostas sobre o que é efeito estufa foram utilizadas as mesmas categorias descritas na pergunta 2 do pré-teste.

CATEGORIA A – sobre o processo

A.1 - 12 explicitaram que o processo é natural.

A.2 – 15 estudantes não mencionaram explicitamente que o processo é natural, mas também não o descreveram como somente oriundo de ação antrópica.

A.3 – todos os estudantes demonstraram que o efeito estufa é o aquecimento global.

A.4 – não houveram citações ou comparações entre efeito estufa e inversão térmica.

CATEGORIA B – causas do fenômeno

B.1 – 14 estudantes continuaram afirmando a participação de gases, mas sem especificar quais.

B.2 – 10 estudantes citaram a participação do gás carbônico no efeito estufa, sendo que 1 citou somente o gás carbônico, enquanto que 3 estudantes citaram outros gases, incluindo o gás carbônico, todos com igual importância, e 6 também destacaram outros gases, tendo o gás carbônico como mais importante.

B.3 – o monóxido de carbono não foi citado como gás de efeito estufa por nenhum estudante.

CATEGORIA C – fonte de emissão dos gases de efeito estufa na atmosfera: nenhum estudante destacou a relação entre os combustíveis fósseis, ou qualquer outra fonte, com os gases de efeito estufa.

CATEGORIA D – efeito destes gases na atmosfera

D.1 - 7 estudantes utilizaram metáforas ou analogias para explicar como o acúmulo de gases de efeito estufa causa o aumento da temperatura. Exemplos: os gases formam nuvens ou capa protetora e os gases funcionam como um vidro ou redoma.

D.2. – 13 estudantes utilizaram as palavras radiação solar ou raios solares como sinônimo de radiação infravermelha (radiação térmica).

“...retêm a radiação emitida pela superfície terrestre não permitindo que os raios do sol voltem ao refletir para o espaço”

D.3 - 6 estudantes citaram radiações infravermelha ou calor, como sinônimo.

“...absorvem grande parte do calor (a radiação infra-vermelha térmica), emitida pela superfície aquecida.”

TABELA IV: QUADRO SOBRE O EFEITO DA ATIVIDADE COMPARANDO AS RESPOSTAS DA PERGUNTA 2 DO Q3 COM A PERGUNTA 1 DO Q4:

CATEGORIAS	Pergunta 2 (Q3)	Pergunta 1 (Q4)	Efeito da atividade
A: sobre o fenômeno	Total = 48	Total = 54	
A.1	5	12	positiva
A.2	22	15	positiva
A.3	19	27	positiva
A.4	2	zero	<b>nula</b>
B: causas do fenômeno	Total = 23	Total = 24	
B.1	13	14	<b>nula</b>
B.2	8	10	positiva
B.3	2	zero	positiva
C: fonte de emissão dos gases de efeito estufa	Total = 7	Total = zero	
C.1	4	zero	<b>negativa</b>
C.2	3	zero	<b>negativa</b>
D: efeito dos gases na atmosfera	Total = 7	Total = 20	
D.1	3	7	<b>negativa</b>
D.2	4	13	<b>negativa</b>
D.3	zero	6	positiva

Pergunta 2: para as respostas sobre o porque da destruição das florestas aumentar o efeito estufa.

TABELA V: TIPOS DE CONTEÚDOS DAS RESPOSTAS DA PERGUNTA 2 DO Q4 E OS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA DESCRIVÊ-LOS:

Tipo de conteúdo das respostas	Número de estudantes	critérios
Totalmente científica	1	explica que diminui a retirada de CO <sub>2</sub> realizada pelas plantas, durante o processo da fotossíntese.
Fragmentos científicos	10	explica que é porque as plantas absorvem CO <sub>2</sub> , sem explicar como as plantas o fazem.
Científica com fragmentos alternativos	9	Combina critérios científicos com alternativos.
Totalmente alternativa	4	Critério alternativo: <ul style="list-style-type: none"> <li>a queima da madeira é responsável pela liberação de CO<sub>2</sub> na atmosfera.</li> <li>a planta <i>aspira</i> CO<sub>2</sub></li> </ul>
Sem resposta	3	Resposta que não apresenta informação suficiente para ser avaliada, ou situação em que a resposta não foi dada.

Pergunta 3: Por quê estudar o efeito estufa nesta disciplina de Botânica?

TABELA VI: TIPOS DE CONTEÚDOS DAS RESPOSTAS DA PERGUNTA 3 DO Q4 E OS CRITÉRIOS UTILIZADOS PARA DESCRIVÊ-LOS:

Tipos de conteúdo das respostas	Número de estudantes	Crítérios
Relação correta	9	Relacionou a absorção de CO <sub>2</sub> no processo de fotossíntese como uma maneira de diminuir sua concentração na atmosfera, conseqüentemente, atenuando o efeito estufa.
Parcialmente corretas	4	Relação correta, mas citou somente a fotossíntese ou somente a absorção de CO <sub>2</sub> .

Relação incorreta	2	Respostas onde não se obteve uma relação correta entre fotossíntese e efeito estufa.
Sem resposta	12	Respostas que não apresentam informação suficiente para serem avaliadas, ou situações em que a resposta não foi dada.

### III. Discussão e conclusões

#### 1) Avaliação das concepções alternativas persistentes em estudantes universitários no final de curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas em relação a fotossíntese.

Para atingir esse objetivo foram analisadas as respostas da pergunta 1 do pré-teste (Q3). O registro de nenhuma resposta na categoria totalmente científico e o grande número de respostas na categoria fragmentos científicos (N = 17) demonstra que cada estudante priorizou aspectos diferentes do processo da fotossíntese, consequentemente, interpretando de maneira distinta a importância da fotossíntese para o meio ambiente. Este resultado pode ser comparado com a análise dos trabalhos que abordam ensino de fotossíntese. Os autores destes trabalhos também tendem a priorizar determinados aspectos em sua pesquisa, por exemplo: Barker & Carr (1989), priorizam o papel da fotossíntese na produção de alimento, não se preocupando com outros aspectos. Outros autores, como Wandersee (1985), Eisen & Stavy (1993) e Carlsson (2002) destacam a importância ecológica da fotossíntese nos ciclos geoquímicos. Wandersee (1985), inclusive, ressalta que informações sobre clorofila, amido, açúcares e proteínas, para estudantes de Ensino Médio, pode contribuir para a formação de concepções alternativas. Por outro lado, Test & Heward (1980), Lumpe & Staver (1995) e Souza & Almeida (2002), ressaltam mais o papel da fotossíntese na produção de alimento (carboidratos) e no ciclo do oxigênio. Devemos acrescentar, que neste trabalho, a atividade executada também direcionou os estudantes para o papel da fotossíntese no ciclo do carbono e sua relação com o efeito estufa.

Registraram-se 8 respostas contendo concepções alternativas (totalmente alternativo + científicos com fragmentos alternativos). Nestas respostas predominaram as analogias entre planta e animal: “a planta aspira gás carbônico” e “a planta produz seus nutrientes”. A analogia entre funções dos animais e vegetais para explicar a fotossíntese, assim como outras funções das plantas, já foram relatadas anteriormente por Souza e Almeida (2002) em crianças adolescentes e adultos em diversos níveis de escolaridade. Este tipo de analogia apresenta precedentes históricos e são altamente difundidas pela sociedade (Barker, 2002).

A manutenção das concepções alternativas nestes estudantes universitários reforça a hipótese de que eles costumam utilizar esses recursos de linguagem para explicar de maneira simples a fotossíntese para seus alunos, corroborado pelo resultado do Q1, onde constatou-se que 5 estudantes já lecionam no Ensino Fundamental e que 14 desejam lecionar no Ensino Médio. Esta hipótese é reforçada pela maneira em que a pergunta foi formulada, destacando que a explicação seria, hipoteticamente, dada a um leigo. Provavelmente o aluno-professor reproduziu o que diria a um aluno seu em sala de aula. Neste caso específico, percebemos que o uso de concepções alternativas é propagado mesmo que o indivíduo tenha tido oportunidade de se confrontar com a concepção científica. Concluímos que os estudantes permanecem com suas concepções alternativas e fazem uso delas de acordo com a situação em que é exposto. Segundo Campanario (2002), uma das causas da resistência na mudança conceitual deve-se ao hábito de simplificar o conteúdo das ciências o que pôde ser registrado como a origem das respostas encontradas neste estudo.

## **2) Avaliação da capacidade de interrelacionar conceitos ao discutir tópicos complexos da ciência, como o efeito estufa.**

A análise das respostas da pergunta 2 do Q4 demonstra que 20 estudantes explicaram corretamente (um totalmente científico, 10 fragmentos científicos e 9 científico com fragmentos) e atingiram satisfatoriamente o objetivo da pergunta. No entanto, na análise das respostas da pergunta 3 do Q4, somente 13 estudantes (9 relações corretas e 4 parcialmente corretas) relacionaram o conteúdo da disciplina de Botânica II (fisiologia vegetal) com o efeito estufa. Este resultado comparativo pode ser uma demonstração da visão compartimentada do estudante perante os conteúdos do curso de Biologia. As dificuldades dos estudantes em relacionar partes do conteúdo de uma disciplina, parece ser reflexo da dificuldade desses estudantes também em relacionar conteúdos de disciplinas diferentes do curso para melhor compreender eventos complexos do meio ambiente. O fato de ter cursado uma disciplina de química, outra de bioquímica e ainda uma de botânica que aborda conteúdos das anteriores parece ser incoerente para o aluno, conforme verbalizado por mais de um deles aos pesquisadores.

## **3) Avaliação da capacidade crítica dos estudantes perante as informações disponíveis em sites da Internet sobre estes assuntos.**

Constatou-se que, após a atividade, os estudantes focaram suas respostas da pergunta 1 (Q4) em explicar o porquê do aquecimento, e desprezaram a causa material deste aquecimento. Apesar de diversos sites consultados pelos estudantes na Internet apresentarem uma relação dos gases de efeito estufa, boa parte dos estudantes (N=14) apenas mencionou a existência deles, sem citá-los. O efeito nulo da atividade sobre a categoria B.1 (Tabela IV), corrobora a idéia discutida no primeiro item da discussão sobre a prioridade diferenciada dos estudantes.

O efeito negativo da atividade, registrado nas categorias C e D, não correspondeu ao esperado. No pré-teste um pequeno número (N=7) mencionou a origem dos gases, seja de combustíveis fósseis ou outras fontes, enquanto que, no pós-teste, nenhum estudante sentiu a necessidade de mencionar quais as fontes destes gases.

Um ponto interessante de ressaltar é o efeito negativo da atividade na categoria D.1, que se relaciona ao uso de metáforas para explicar o porquê do aumento da temperatura. As informações nos sites consultados, exploram o uso de metáforas e analogias para explicar o efeito estufa, muitas delas que não correspondem à descrição científica do fenômeno. O estudante persistiu em adotar diversas analogias (como “aspirar”), após o uso destes sites. Este resultado corrobora as idéias de que os textos dos sites na Internet também induzem e reforçam as concepções alternativas do usuário e de que os estudantes não são críticos com as informações ali apresentadas. Os estudantes se detiveram em copiar trechos dos textos sem analisá-los corroborando com os estudos de Feldman *et al.* (2000), Clinch & Richards (2002), Hoffman *et al.* (2003). Em Portugal, por exemplo, muitas Universidades oferecem disciplinas facultativas de informática para alunos de licenciaturas das áreas de ciências naturais. O estudo realizado por Brilha (2001) verificou que os estudantes portugueses permanecem com muitas dificuldades no uso da Internet e defende a inclusão de pelo menos duas disciplinas - a primeira, para conhecimentos gerais sobre computadores e, a segunda, especialmente dedicada à análise e desenvolvimento de recursos educativos multimídia para as ciências naturais.

Brilha (2001) destacou que o baixo nível de conhecimento da língua inglesa é uma das principais causas das dificuldades dos estudantes. Neste trabalho, também registramos que os estudantes se detiveram nas consultas de sites em português (respostas do Q2) e que esta restrição, com certeza, limita o número de sites consultados com informações fidedignas.

**Referencias bibliográficas**

BARKER, M. Putting thought in accordance with things: the demise of animal-based analogies for plant functions. **Science & Education**, v.11, p.293-304, 2002.

BARKER, M. & CARR, M. Teaching and learning about photosynthesis. Part 2: a generative learning strategy. **International Journal of Science and Education**, v. 11, n.2, p.141-152. 1989.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70, pp. 225, 1977.

BRILHA, J. B. R. As TIC nos curricula dos cursos de formação de professores de ciências naturais. Challenges, **II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação**, Braga, 2001, p.1-8. 2001.

CAMPANARIO, J. M. The parallelism between scientists' and students' resistance to new scientific ideas. **International Journal of Science and Education**, v.24, n.10, p.1095-1110. 2002.

CARLSSON, B. Ecological understanding 1: ways of experiencing photosynthesis. **International Journal of Science and Education**, v.24, n.7, p.681-699. 2002.

CLINCH, J. & RICHARDS, K. How can the Internet be used to enhance the teaching of physics? **Physics Education**, v.37, n.2, p.109-114. 2002.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, v.23, n.7, p.5-12, 1994.

DUSH, R. & GITOMER, D. Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v.28, n.9, p.839-858, 1991.

DUIT, R. Research on students' conceptions – developments and trends. IN: **Proceedings of the third international seminar: misconceptions and educational strategies in science and mathematics**. (Electronic Proceedings) Ithaca, New York: Misconceptions Trust, p.3-32, 1993.

EISEN, Y. & STAVY, R. How to make the learning of photosynthesis more relevant. **International Journal of Science and Education**, v.15, n.2, p.117-125. 1993.

FELDMAN, A.; KONOLD, C. & COULTER, B. **Network science a decade later: the Internet and classroom learning**. Lawrence Erlbaum, USA, xxvi + 186 pp. 2000.

GAYFORD, C. Controversial environmental issues: a case study for the professional development of science teachers. **International Journal of Science and Education**, v. 24, n.11, p.1191-1200. 2002.

GROVES, F. H. & PUGH, A. Elementary pre-service teacher perceptions of the greenhouse effect. **Journal of Science Education and Technology**, v.8, n.1, p.75-81. 1999.

HOFFMAN, J. L.; WU, H; KRAJCIK, J. S. & SOLOWAY, E. The nature of middle school learners' science content understandings with the use of on-line resources. **Journal of Research in Science Teaching**, v.40, n.3, p.323-346. 2003.

KING, C. & KENNET, P. Earth science contexts for teaching physics. Part 1: why teach physics in an Earth science context? **Physics Education**, v.37, n.6, p.467-469. 2002a.

KING, C. & KENNET, P. Earth science contexts for teaching physics. Part 2: contexts relating to the teaching of energy, earth and beyond and radioactivity. **Physics Education**, v.37, n.6, p.470-477. 2002b.

- LUMPE, A. T. & STAVEN, J. R. Peer collaboration and concept development: learning about photosynthesis. **Journal of Research in Science Teaching**, v.32, n.1, p.71-98. 1995.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. & GERTZOG, W. A. A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, n.2, p. 211-227, 1982.
- POST-ZWICKER, A. P.; DAVIS, W.; GRIP, R.; MCKAY, M.; PFAFF, R. & STOTLER. Teaching contemporary physics topics using real-time data obtained via the World Wide Web, **Journal of Science Education and Technology**, v.8; n.4, 1999.
- QUÍLEZ PARDO, J. & SANJOSÉ LÓPEZ, V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de le chatelier. **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n.1, p.72-80, 1995.
- REMANI, R. R.; KEELING, C. D.; HASHIMOTO, H.; JOLLY, W. M.; PIPER, S. C.; COMPTON, J. T.; MYNEMI, R. B. & RUNNING, S. W. Climate-Driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. **Science**, v.300, p.1560-1563, 2003.
- SILVA, L. F. & CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.24, n.3, 342.352. 2002.
- SIMPSON, W. D. & MAREK, E. A. Understandings and misconceptions of biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high schools. **Journal of Research in Science Teaching**. v.25, n.5, p.361-374. 1988.
- SOUZA, S. C. & ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.97-111. 2002.
- STAVY, R.; EISEN, Y. & YAAKOBI, D. How students aged 13-15 understand photosynthesis. **International Journal of Science and Education**, v.9, n.1, p.105-115. 1987.
- TEST, D. W. & HEWARD, W. L. Photosynthesis: teaching a complex science concept to juvenile delinquents. **Science Education**, v.64, n.2, p.129-139. 1980.
- TRUNDLE, K. C.; ATWOOD, R. K.; CHRISTOPHER, J. E. Preservice elementary teachers' conceptions of phases before and after instruction. **Journal of Research Science Teaching**, v.39, n.7, p.633-658. 2002.
- WANDERSEE, J. H. Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? **Journal of Research in Science Teaching**, v.23, n.7, p.581-597. 1985.
- YATES, P. C. Use of a world wide web site evaluation tool in chemistry. **Journal of Science Education and Technology**, v.9, n.4, 2000.