

Universidade Federal do Paraná

Kamilla Louise Schneider

CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DE ALUNOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFPR

Curitiba

2009

Kamilla Louise Schneider

CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DE ALUNOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFPR

Monografia apresentada ao Departamento de Teoria e Prática de Ensino, referente à disciplina Estágio em Biologia (BIO400), para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas pelo curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob orientação da profa. Odisséa Boaventura de Oliveira

CURITIBA

2009

Agradecimentos

A minha família, pela segurança, proteção e incentivo durante todos os momentos da minha vida.

A professora Odisséa, pela dedicação, orientação e confiança na realização deste trabalho.

Aos amigos e alunos participantes desse trabalho, pela ajuda em tornar esse projeto concreto.

À UFPR pela qualidade de ensino e por conceder bolsa de Iniciação Científica.

E às professoras, Ivanilda Higa e Christiane Gioppo, que gentilmente aceitaram participar da banca.

RESUMO

Entender que a ciência é uma construção humana, passível de erro, não neutra, mas que sofre influências externas, política, social, cultural e econômica, é essencial para o futuro profissional da área biológica, seja como pesquisador, seja como educador. Como educador, ao entender a ciência em sua plenitude, provavelmente, transmitirá esse conhecimento para os alunos, o que contribuirá para a formulação de uma visão menos idealizada do processo científico, permitindo ao aluno melhor compreensão do mundo atual. Como pesquisador, uma visão desmistificada da ciência, possivelmente facilitará a produção do conhecimento desprovido de preconceitos, maior preocupação na aproximação e interação dos produtos da ciência com a sociedade. Uma das formas de aproximar o cientista e o educador da visão de ciência como produto do trabalho humano é entrar em contato com a história da ciência, uma vez que pode contribuir para a compreensão do processo de produção do conhecimento. Em vista disso, o presente trabalho partiu da aplicação de um questionário para levantar as concepções de ciência e hábitos de leitura de alunos ingressantes e concluintes do curso de ciências biológicas da UFPR. Depois propôs a leitura de um texto sobre o histórico da fotossíntese, com questões para serem respondidas, tendo como objetivo investigar como os futuros profissionais da área enxergam a ciência, além de observar a influência da leitura nessa concepção. Através dessas ferramentas foi possível notar que há grande aproximação da ciência relatada pelos alunos com a ciência descrita pelos filósofos Thomas Kuhn e Gaston Bachelard, entretanto nota-se algumas divergências e falhas em conceitos básicos e evidencia-se uma certa distância entre o estudado e o apreendido.

Palavras-chave: Concepção de ciência. Leitura. Formação de professores.

ABSTRACT

To understand that the science is a human construction, susceptible to mistake, not neutral, but that it suffers external, political, social, cultural and economical influences, is essential for the future professional of the biological area, either as a researcher, or like an educator. Like an educator, while understanding science in his plenitude probably will transmit this knowledge to students, which will contribute to the formulation of a less idealized vision of the scientific process, allowing students to better comprehend the current world. As a researcher, a demystified view of the science, possibly will make easy the production of the knowledge without prejudices, bigger preoccupation in the approximation and interaction of the products of the science with the society. One way to approach the scientist and educator of view of science as a product of labor is to contact the history of science, since it can contribute to understanding the process of knowledge production. As a result the present study came from the application of a questionnaire to raise the conceptions of science and reading habits of students entering and graduating in biological sciences of the UFPR. It then proposed to read a text about the history of the photosynthesis, with questions to be answered, having as objective to investigate how the future professionals of the area see science as well as to observe the influence of reading in this conception. Through these tools it was possible to notice that there is great approximation of the science reported by the students with the science described by the consulted philosophers, however it is noted some divergences and faults in basic concepts and stands out from a certain distance between the studied and the apprehended.

Key words: Conception of science. Reading. Teacher training

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
1- A CIÊNCIA E SUAS PERSPECTIVAS	12
1.1-Os Estudos sobre ciência e leitura.....	12
1.2- A relação entre ciência e leitura neste estudo.....	20
2- OS ESTUDANTES PESQUISADOS	24
2.1- Hábitos de leitura.....	24
2.2- Conhecimento sobre fotossíntese.....	26
2.3- Sobre a construção de um conceito científico.....	29
2.4- Sobre os modelos científicos.....	30
2.5- Sobre mudanças na ciência.....	31
2.6- Sobre a realidade das explicações.....	33
2.7- Controvérsias na ciência.....	34
2.8- Contribuição da leitura do texto.....	36
2.9- Importância do texto para a formação do pesquisador/professor.....	38
3- IMPLICAÇÕES DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA APRESENTADAS PELOS ALUNOS	40
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	50

INTRODUÇÃO

É comum circular o discurso de que a ciência possui a categoria de algo verdadeiro e inquestionável, na qual os métodos científicos utilizados são seguros e precisos, reproduzindo fielmente o fenômeno estudado. Essa visão, segundo Chalmers (1993), não está restrita somente à vida cotidiana e à mídia, mas também se faz presente no mundo escolar e acadêmico. Segundo Chalmers (1993), simplesmente não há método que possibilite afirmar que as teorias científicas são verdadeiras ou provavelmente verdadeiras e, para este autor, a meta da ciência é falsificar teorias e substituí-las por melhores que demonstrem maiores possibilidades de confirmações ou refutações.

Para Chalmers (1993), mesmo que uma teoria esteja seguramente baseada em observações e métodos científicos é sempre possível que o avanço teórico revele inadequações, assim, é de se prever que a ciência se modifica com passar do tempo.

Logo, ao conhecer a forma de pensar dos acadêmicos sobre a ciência é possível inferir sobre as práticas acadêmicas, o modo de ensino e a reflexão desencadeada através das discussões e avanços científicos. Além de refletir a respeito do modo de encarar a ciência que os futuros cidadãos possuirão, já que os acadêmicos recém formados serão os futuros professores e futuros cientistas, responsáveis pela transmissão de conhecimento.

Filósofos da ciência do século XX apontam uma visão diferente da citada por Chalmers no início do capítulo, citaremos aqui as idéias de dois deles, Thomas Kuhn e Gaston Bachelard, ambos filósofos clássicos e atualmente respeitados pela contribuição na filosofia da ciência, na qual se baseia o presente estudo.

Ostermann (1996) analisa que para Kuhn não existe neutralidade na ciência, pois não há separação entre observações e pressupostos teóricos, visto que a observação é antecedida pelas teorias. Kuhn reconhece ainda que a ciência possui caráter construtivista, inventivo e não definitivo do conhecimento. Para explicar o desenvolvimento do conhecimento científico, Kuhn recorre ao conceito de “ciência

normal¹” como sendo o período em que os cientistas desenvolvem suas idéias dentro de um referencial teórico definido, ou seja, o cientista pressupõe uma estrutura organizada em que grande parte da solução dos problemas se dá dentro de ajustes que tentam salvar a teoria. Segundo Ostermann (1996) Kuhn utiliza-se de uma metáfora para explicar a ciência normal, na qual a ciência é comparada a um quebra-cabeça,

Quebra-cabeça é uma categoria de problemas que servem para testar a engenhosidade ou habilidade do cientista na resolução de problemas. Para ser classificado como quebra-cabeça, um problema deve não só possuir uma solução assegurada, mas também obedecer a regras (ponto de vista estabelecido; concepção prévia) que limitam tanto a natureza das soluções aceitáveis como os passos necessários para obtê-las. (Ostermann, 1996, p.187)

Ainda segundo Ostermann (1996), para Kuhn a ciência possui sequências de “ciência normal”, que são quebradas por “revoluções científicas”, onde o paradigma estudado é abalado por um conjunto de anomalias, resultando assim em uma ruptura. A “ciência normal” para Kuhn, possui alguns problemas, entre eles a determinação do fato significativo, ou seja, se o paradigma se mostrar realmente importante para a resolução de algum fato pesquisado, os equipamentos utilizados são merecedores de uma precisão maior. Um exemplo citado por Ostermann (1996), são os aceleradores de partículas da atualidade. Outro problema citado por Kuhn é a harmonização dos fatos com as teorias, onde a elaboração de equipamentos e testes só adquirem valor quando há um paradigma associado. E por fim, considerado o problema mais importante para Kuhn, há a articulação com a teoria, ou seja, é o trabalho empreendido para articular a teoria do paradigma, resolvendo desse modo as possíveis ambigüidades e eventuais problemas. Quando esses problemas da “ciência normal” não são resolvidos surgem as “revoluções científicas”, onde os paradigmas estudados são substituídos por outros previamente existentes. Há, portanto, reconstrução da área de estudo, além da modificação de métodos, aplicações e generalizações (Ostermann, 1996). Kuhn ressalta ainda que os cientistas passam gradualmente por essa transição de paradigmas, defendendo o paradigma antigo ou adotando o novo, essa mudança pode ocorrer por meio de debates, defesas ou inquietações. Segundo Ostermann, (1996), Kuhn afirma que a ciência parece progredir tão rapidamente porque os praticantes concentram-se em

¹ Tentativa de forçar a natureza a encaixar-se nas normas regidas pelo conhecimento científico e quando novos fenômenos fogem ao padrão, a ciência não chega a enxergá-los.

problemas do tipo quebra-cabeça (citado anteriormente) e somente a falta de habilidade seria um possível impedimento para o sucesso.

Outro filósofo que contribui para pensarmos sobre o conhecimento científico é Bachelard. Para ele a ciência é o processo de produção da verdade, sendo trabalho dos cientistas reorganizar a experimentação em um esquema racional. Contudo, relacionar ciência e verdade não implica dizer que todo discurso científico é necessariamente verdadeiro, além de que, Bachelard aponta que:

Um fracasso *material* é de imediato um fracasso *intelectual*, já que o empirismo científico, por mais modesto que seja, apresenta-se como inserido num contexto de hipóteses racionais... A ciência, na íntegra, não tem necessidade de ser *comprovada* pelo cientista. Mas o que acontece quando a experiência desmente a teoria? Há quem continue a repetir a experiência negativa, achando que houve apenas um engano de procedimento. (Bachelard, 1996, p.61)

Esse filósofo defende que a ciência é um discurso verdadeiro sob um fundo de erro, deste modo não é possível reproduzir uma verdade duradoura e sim apenas provisória. Cabe a cada ciência produzir a sua verdade, assim como seus critérios de análise, deste modo a verdade atual não será a verdade do amanhã.

Bachelard, segundo Lopes (1996), questiona a visão de que o conhecimento científico é um processo contínuo, ou seja, de que os conhecimentos científicos partem dos conhecimentos comuns e sofrem lentas transformações. Passando, por sua vez, a impressão de que a história pode ser concebida continuamente, através de relatos de eventos, ou que os conhecimentos atuais seriam pré-existentes, porém de forma embrionária. Bachelard, entretanto, não defende que o conhecimento é original, sem influências, apenas coloca ressalvas quanto a um fio condutor de influências. Segundo Paiva (2005), Bachelard considera a retificação de conceitos a principal forma de construção de conhecimento, sendo inegável o caráter histórico, além de evidenciar que a verdade é construída através da retificação dos erros.

Para Bachelard, a opinião é o primeiro obstáculo a ser superado, pois não podemos ter opinião sobre problemas desconhecidos ou questões que não sabemos formular, segundo esse filósofo:

Não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la. ... O espírito científico proíbe que tenhamos uma opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. (Bachelard, 1996, p.18)

Bachelard também aponta para o modo em que a ciência é vista em salas de aula, e o modo em que os professores lidam com os conhecimentos prévios dos alunos:

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 construídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana. (Bachelard, 1996, p.23)

Além desse fato, Bachelard critica o modo em que a ciência é reproduzida nos livros didáticos:

Porque a educação científica elementar costuma, em nossa época, interpor entre a Natureza e o observador livros muito corretos, muito bem apresentados. Os livros de física, que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel, que, graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como *natural*; mas não é; já não é natural. Já não é a ciência da rua e do campo. (Bachelard, 1996, p.30)

O autor também aponta o afastamento da história da ciência do seu ensino: “A ciência moderna, em seu ensino regular, afasta-se de toda referência à erudição. E dá pouco espaço à história das idéias científicas.” (Ibidem, p.34)

Através do exposto acima, é sabido que durante a vida acadêmica dos estudantes de Biologia e de outras áreas das ciências da natureza são apresentados textos científicos e livros acadêmicos que contemplam em sua essência diversos sucessos científicos. Eles são estudados e considerados, geralmente, como exemplares verdadeiros e constantes do conhecimento. Estas descrições de sucessos muitas vezes vêm desprovidas de qualquer relação com a época, com a situação sócio-econômica, com as idéias contraditórias defendidas por outros cientistas.

O estudo em questão toma a história da ciência e a leitura como eixos norteadores para se analisar a compreensão dos acadêmicos sobre a natureza da ciência, dado que a História da Ciência evidencia a possibilidade de abordar junto aos acadêmicos a presença de idéias divergentes, de opiniões conflitantes no processo de construção do conhecimento científico. Ou ainda mostrar os insucessos de diversos experimentos, os debates entre cientistas e autoridades influentes da época, as mudanças de pensamento, os avanços científicos relacionados às questões sociais, econômicas, políticas e religiosas. Tais fatos podem contribuir para a desconstrução no acadêmico de uma imagem indutivista da ciência (baseada em observações e experimentações, desprovidas de teoria prévia), da desconsideração

do papel da comunidade científica, dos equívocos, das crenças metafísicas, dos dilemas éticos, etc. Podendo acrescentar-lhe uma visão crítica sobre a produção do conhecimento científico.

Diante do exposto em favor da abordagem de aspectos históricos da ciência, justifica investigar a situação do curso de ciências biológicas da UFPR, no que se refere à concepção que os acadêmicos apresentam das verdades científicas, do processo histórico/cultural das "novidades" da ciência e das mudanças das idéias científicas. Assim, a partir de um levantamento inicial dessas concepções, foi proposta a leitura do texto "Fotossíntese: a história da construção de um conhecimento", através da qual procurou-se analisar a contribuição da leitura sobre a visão dos alunos a respeito da natureza da ciência.

Portanto, o presente projeto tem como problemática aspectos referentes à concepção que acadêmicos ingressantes e concluintes da graduação em Ciências Biológicas da UFPR possuem sobre os processos epistemológicos da ciência, ou seja, como eles compreendem os processos de elaboração conceitual na ciência.

O objetivo geral desta investigação é essencialmente analisar as concepções dos acadêmicos do curso de ciências biológicas da UFPR sobre a ciência. São objetivos específicos:

- Investigar o hábito de leitura dos acadêmicos da UFPR
- Promover a análise das interpretações dos acadêmicos a respeito da leitura de um texto histórico.
- Analisar as contribuições da leitura na apreensão de concepções de ciência.

Para organizar o texto apresentamos no primeiro capítulo a pesquisa bibliográfica referente aos temas abordados no presente trabalho (concepção de ciência e história da ciência), ou seja, o material teórico utilizado para iniciar o estudo e delimitar as possibilidades de pesquisa. O capítulo apresenta, também, os instrumentos teóricos utilizados para a elaboração dos dados da pesquisa, portanto, filósofos e o modo como encaram a ciência, sua concepção, sua transformação e sua influência na vida cotidiana.

O segundo capítulo contém a apresentação dos dados obtidos, assim como uma análise prévia das implicações contidas nas respostas, além de conter trechos das respostas obtidas, exemplificando cada categoria. Já o terceiro capítulo relaciona as possíveis influências que a concepção de ciência apresentada pelos acadêmicos, pode ter na vida pessoal ou acadêmica desses cidadãos. Apresenta também uma

análise do hábito de leitura e as influências do texto histórico na visão de ciência desses acadêmicos investigados.

1- A CIÊNCIA E SUAS PERSPECTIVAS

Inicialmente, para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado em estudo teórico, que consistiu num levantamento bibliográfico, conforme será apresentado abaixo, sobre o conceito de ciência e sobre a história da ciência, além de estudos sobre a leitura no ensino. Esta revisão nos possibilitou organizar nossos instrumentos para a construção dos dados da pesquisa. Eles serão apresentados na sequência, no tópico 1.2.

1.1- Os Estudos sobre ciência e leitura

Para a realização de uma revisão bibliográfica que nos auxiliasse na elaboração dos instrumentos que possibilitaria a construção de nossos dados, buscamos em revistas nacionais da área de Ensino de Ciências, textos que tratassem sobre leitura, concepção de ciência e história da ciência, publicados no período compreendido entre 1998 e 2009. Uma janela de 10 anos possivelmente engloba as principais pesquisas relacionadas aos temas em questão, enfatizando as necessidades, deficiências e estratégias para idealizar e realizar o estudo.

As revistas pesquisadas foram: Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Caderno Catarinense de Ensino de Física; Ciência & Educação; Ciência e Ensino; Educação & Sociedade; Educere; Ensaio; Investigações em Ensino de Ciências; Pro-posições; Revista Brasileira de Educação e Revista da Abrapec. Nelas foram encontrados 48 artigos. Para efeito de apresentação se abordará pelos temas investigados.

a) História da Ciência

Foram encontrados 28 artigos, relataremos apenas aqueles que estão relacionados ao estudo em questão.

Longhini e Nardi (2009) apresentam aos alunos de licenciatura de Física, situações problemáticas relacionada à Atmosfera Terrestre. Os autores observam que várias respostas desses alunos podem ser correlacionadas à história da ciência. Os pesquisadores destacam que o conhecimento não pode ser simplesmente transferido para a mente das pessoas, pois elas possuem conhecimentos prévios e

que se manifestam quando deparam com problemas propostos em sala de aula. Tratam-se de idéias construídas através de interações com o ambiente ou com a sociedade e, que muitas vezes, não têm correlação com o meio científico.

É possível notar no estudo de Longhini e Nardi (2009) que ao instigar o aluno com situações-problema, o aprendizado pode se tornar mais efetivo, pois o professor pode relacionar as dúvidas dos alunos com a dos cientistas. Desse modo, a ciência pode ser desmistificada, passando a se tornar mais próxima do aluno.

O artigo de Martins (2007) analisa o papel da História da Ciência no ensino de ciências como facilitador na compreensão de conceitos, modelos e teorias, além de apontar a História e Filosofia da Ciência como uma necessidade formativa do professor, pois evita a visão deformada da ciência e permite a compreensão dos aspectos que interferem no aprendizado. Entretanto, aponta que mesmo com acesso ao conteúdo na aprendizagem acadêmica, através de seminários e disciplina específica, há grande debilidade desse assunto nos níveis fundamentais e básicos da educação. Martins (2007) por meio de questionários com alunos que estavam cursando a disciplina Prática de Ensino ou que já eram professores, evidenciou que há escassez de material didático de qualidade e que os professores encontram dificuldade em trabalhar esse assunto nas escolas, em razão da falta de tempo e também pela resistência em modificar o ensino “tradicional”. Deste modo, Martins (2007) relata que não basta somente apresentar o conteúdo de História da Ciência nas licenciaturas, mas evidenciar de que modo esse conteúdo pode ser trabalhado, garantindo assim uma visão mais realista da ciência.

Mello e Peduzzi (2007) relatam que no ensino de Física o conhecimento priorizado é o conceito final da ciência, cujo produto está finalizado e simplificado, indicando uma ciência neutra, objetiva, linear e cumulativa. São aspectos que contribuem para que os alunos construam uma visão de cientista como aquele que sempre acerta e não sofre interferência da sociedade. Deste modo se faz necessário que seja incluído no currículo matérias que abordem a História da Ciência. Por esse motivo, no estudo de Mello e Peduzzi (2007) foi priorizado o ensino de Física com base na filosofia de Bachelard, onde o erro foi valorizado e constituiu uma importante ferramenta para o aprendizado. Sua exploração se deu através de textos e referenciais históricos.

Greca e Freire Jr. (2004) ao analisar o papel da História da Ciência na formação de educadores evidenciam que a introdução de tópicos de História e

Filosofia da Ciência humanizam as ciências, além de estabelecer conexão com problemas pessoais, éticos, culturais e políticos. Tais aspectos permitem o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e visão crítica, contribuindo para um melhor entendimento de questões científicas, ao facilitar a aproximação entre o aluno e o professor, na medida em que o educador compreende melhor as dificuldades enfrentadas pelos alunos, além de possibilitar o debate de temas atuais e controversos, o que aproxima a ciência da sociedade.

Na mesma direção, Martins (1998) aponta que um texto desprovido de História da Ciência passa a idéia falsa de que, o que hoje aceitamos como certo, foi definitivamente provado por apenas uma pessoa, que é possível definir quem descobriu e formulou certa descoberta, que a ciência é composta por cientistas “experts” que sempre acertam e cientistas “deficientes” que sempre erram e que o cientista conhecido já havia formulado certo conceito do modo que o estudamos atualmente, sem que este tenha passado por modificações e correções.

Barros e Carvalho (1998) ao citar a ausência da História da Ciência no ensino, evidenciam que deste modo, há o desprezo das idéias divergentes e de opiniões conflitantes que foram fundamentais para o processo de construção do conhecimento científico. E que tal fato induz no estudante uma imagem indutivista da ciência, baseada em observações e experimentações, sem qualquer hipótese ou teoria prévia, ignorando o papel da comunidade científica, os equívocos, as crenças metafísicas, os dilemas éticos, etc. Tais imagens são passadas aos alunos através de textos que excluíram a história da ciência e por educadores que erroneamente possuem a mesma visão de seus alunos.

Porém, a História da Ciência mostra que para um conceito científico ser aceito e prevalecer como verdadeiro são necessários diversos insucessos, diversos experimentos e debates com cientistas e autoridades influentes da época, além de, muitas vezes, envolver uma mudança de pensamento. Também o conhecimento sobre a História da Ciência acrescenta ao estudante visão crítica sobre o cientista, apresentando-o como um ser humano que pode falhar, persistir no erro e mais tarde corrigi-lo. Mostra ao estudante que a ciência se faz por meio de erros e acertos, que idéias e conceitos podem mudar e que a ciência não possui imparcialidade total. Avanços científicos estão intimamente ligados às questões sociais, econômicas e históricas. Ainda segundo Silva, Figueiroa, Newerla e Mendes (2008, p.500), a história da ciência “pode também permitir ao aluno adquirir visão mais abrangente e

integrada do conteúdo, bem como compreensão crítica e abrangente do que é a ciência contemporânea.”

Os estudos apresentados acima apontam que integrar a História da Ciência nos currículos, permite que a ciência seja humanizada, possibilitando que os alunos compreendam que o fazer científico é um processo de erros, acertos, discussões e debates. Facilita também a compreensão de conceitos, modelos e teorias, aproximando o conhecimento prévio do aluno do científico, ao criar uma ponte entre o que o aluno conhece e o que ele aprende. Portanto, mostra a atividade científica como uma produção humana, em que há influência social, econômica, pessoal e política e que a ciência é feita através de erros e acertos.

b) Leitura

Foram encontrados apenas 11 artigos, o que nos possibilitou perceber que tal perspectiva de investigação ainda é pouco desenvolvida na área de ensino de ciências.

Giraldelli e Almeida (2008) ressaltam que o processo de ensino e sua análise é uma atividade complexa, cuja realização sempre deixa de fora alguns aspectos relevantes. Assim, a pesquisa realizada visa a legitimação de um ensino que reconheça a importância de pensar atitudes e habilidades, além dos conteúdos, em busca da construção de cidadania em estudantes. Ressaltam também que o ensino de Ciências com frequência é fragmentado e que a utilização de aulas expositivas e resoluções de exercícios é constante no processo de ensino. Portanto, ao incluir uma atividade de leitura, Giraldelli e Almeida (2008) buscam uma proposta que torne o processo de aprendizado mais prazeroso e significativo. Para isso, tomando a perspectiva de que a ciência não é dona da verdade, mas uma forma de compreensão da natureza e que as motivações humanas são socialmente construídas, utilizaram um texto literário propício ao debate e à controvérsia, promovendo a interação dos alunos e a mediação do professor, o que facilitou o desenvolvimento de uma postura reflexiva, questionadora e investigativa.

Um texto, segundo Giraldelli e Almeida (2008), fornece instruções, provoca a reflexão e modifica representações, sendo um eficaz mediador de conhecimento. Vale ressaltar que o estudante entra em contato com diversos tipos de textos, sendo científicos ou não, e que o gosto pela leitura está relacionado ao meio social e contextual em que o aluno se encontra. Porém, há que se destacar as formas de

utilização do texto, pois assim como ele pode acrescentar novos conhecimentos, seu uso de forma mecânica, em que apenas se buscam respostas superficiais, empobrece e desvia dos propósitos citados acima. Ao permitir que o estudante se manifeste, cria-se oportunidade para ele interpretar as informações contidas no texto, além do aluno recorrer a informações prévias para dar sentido ao pensamento.

O estudo de Souza e Nascimento (2006) busca resgatar os modelos de leitura que futuros educadores de ciências possuem e que possivelmente influenciará na prática pedagógica, em vista de que é comum o discurso de que os alunos não sabem interpretar, ou que apresentam dificuldades em entender o que o texto retrata ou ainda que a leitura é restrita a matéria de Língua Portuguesa. O referencial proposto por Souza e Nascimento (2006) é o de que o texto deve ser trabalhado como um objeto de cultura, evidenciando a interação do leitor com o texto. Também deve-se estimular o prazer de ler, para que se extrapole a leitura para além do ambiente escolar, fazendo com que o cidadão aprenda ciência também fora da escola.

Sabe-se que o aprendizado está intimamente ligado ao hábito de leitura, é conhecida a frase: “Quem lê, melhor vê o mundo, melhor entende e melhor se expressa!”. Segundo Leonardi (2005) a leitura é um ato interativo e de compreensão de mundo, enquanto o sujeito-leitor é aquele que percebe quais são as intenções do autor, levanta hipóteses, critica, discorda ou aceita. Ainda segundo Leonardi (2005) o ato de ler sempre envolve a apreensão, apropriação e transformações de significados a partir de uma informação escrita. Ler instiga o pensamento, a imaginação e a correlação com o cotidiano. A falta do hábito segrega e exclui, pois falta ao aluno informações e opiniões para compartilhar. Por isso, o gosto pela leitura é essencial na formação de um sujeito-leitor, tal estímulo é iniciado com experiências positivas, práticas de ler e escrever e de identificação de interesses através (ou não) da obrigatoriedade (Kramer, 1998).

Souza e Almeida (2001) defendem que a integração de atividades contendo leitura desempenha uma transformação no ensino de ciências, tanto em nível fundamental e médio como em nível acadêmico, além de evidenciar que o contexto social e histórico dos indivíduos deve ser levado em conta, afim de promover no estudante relações entre o texto e as vivências dentro e fora do ambiente escolar.

O uso de textos em ciências é amplo, entretanto Souza e Almeida (2001) alertam para o fato de o professor utilizar os textos de forma mecânica, onde a busca de informações é limitada pelo educador e que posteriormente o aluno será avaliado, tornando o processo de leitura desestimulador e sem atrativos. Além de notarem, através da análise dos livros didáticos, que seria necessário trabalhar com textos diferenciados, em que a linguagem do cientista possa retratá-lo como um ser humano “comum”, aproximando-o do aluno. Paralelamente o professor deve trabalhar como mediador, evidenciando a ciência como um estudo menos autoritário e passível de erros.

Andrade e Martins (2006) ao explorar as relações entre leitura e ensino de ciências, focam seu estudo no papel dos professores como formadores de leitores e mediadores dessa prática. A teoria utilizada por Andrade e Martins (2006) é a de que a concepção de história não é uma soma de dados, mas sim resultante de fatores sociais que produzem e implicam novos sentidos, assim como novos valores e comportamentos entre os homens através da linguagem. Assim a história é colocada como um processo de interação coletiva, onde novos sentidos e significados são produzidos, opondo-se aos antigos e redimensionando os novos.

Andrade e Martins (2006), apontam que professores enxergam os livros como fontes de conhecimento, porém incompletos, auxiliam na compreensão de mundo e domínio do código lingüístico. Entretanto apesar do professor valorizar a leitura crítica, a qual amplia a visão de mundo e o papel do cotidiano na atribuição de sentidos aos conceitos científicos, em suas práticas em sala de aula, o modo de leitura se restringe a busca do que o autor quis dizer, a referência.

Brandi e Gurgel (2002) afirmam que a leitura na sala de aula de ciências, nas séries iniciais, é essencialmente reprodutivista, onde um questionário é apresentado logo após a leitura do texto e suas repostas são, na maioria, reproduções de trechos presentes no texto. Ainda afirmam que, mesmo quando o professor desenvolve atividades de diálogos que permitem que os alunos se manifestem, no fim, há uma conclusão que serve para dar sentido e reproduzir o conhecimento científico. Desta forma os alunos estudam os conteúdos para responder questões de uma avaliação, que satisfaçam o professor, porém continuam com suas idéias prévias e inalteradas sobre os fenômenos estudados. Unida a essa prática, professores da língua portuguesa e os demais professores, restringem o ler e o escrever a uma atividade

mecânica de decodificação, tornando dessa forma a escrita diretamente correspondente com a fala Brandi e Gurgel (2002).

A partir da exposição acima é possível notar a importância da leitura na vida escolar e acadêmica, pois torna o aprendizado mais prazeroso e significativo através de novas informações que geram reflexões e questionamentos. O uso adequado de um texto, em que há estímulo à interação entre os alunos por meio de debates, permite uma correlação entre os conhecimentos apreendidos durante a vida como estudante e na sua vida cotidiana. Deste modo um texto utilizado em sala de aula, sendo o professor um mediador, permite que os alunos adquiram uma postura mais reflexiva, questionadora, investigativa e torna, no caso da ciência, um conhecimento mais próximo da vida do aluno.

c) Concepção de ciência

Foram encontrados 15 artigos e aqui serão comentados aqueles que mais nos possibilitaram uma reflexão a respeito de nosso estudo.

Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007) buscando as concepções sobre natureza da ciência em estudantes de Ciências Biológicas, utilizaram questionários e entrevistas para estruturar a investigação. Ao analisar os dados obtidos, evidenciam que os alunos apresentavam concepções indutivista-empirista e atórica, ou seja, a ciência é feita através de observação e experimentação, além de ser uma busca por verdades. Ainda segundo esses autores, essa visão denota que durante a formação acadêmica as discussões epistemológicas, que contribuem para uma maior compreensão da construção do conhecimento científico, foram ausentes, além de que essa visão indutivista-empirista e atórica poderá repercutir na forma deste futuro professor ensinar, visto que a ciência possui diversos assuntos polêmicos e complexos que poderão não ser incorporados na prática profissional.

Portanto, Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007) reforçam que a visão de ciência como resultado de erros e acertos, além de diversas interações com o mundo não científico, político e cultural deve ser trabalhado no ensino acadêmico e é essencial desenvolver no professor o hábito de pesquisa, além de cultivar a visão de ciência como um processo contínuo e inserido no contexto histórico-social.

Segundo Teixeira (2006) os conceitos científicos são centrais no ensino de Ciências, pois através deles são expressas as explicações, são descritas as propriedades e as previsões para os fenômenos. Logo, se há uma teorização sólida

do que são conceitos científicos é possível obter mais subsídios para elaborar atividades que promovam um melhor aprendizado e maior entendimento de sua amplitude. Entretanto, em materiais didáticos o conhecimento científico é tratado como objetivo, provado e confiável e deste modo os alunos julgam que memorizar basta para entender o que os cientistas afirmam. Teixeira (2006) afirma que esses materiais focam os fenômenos exclusivamente em si e essa descrição presume que o conhecimento é inalterado, não citando aspectos culturais, implicações sociais que tal descoberta acarretou e não explicitando também quais transformações ocorreram sobre o fato em questão. Assim, os indivíduos que possuem esses conceitos tratam a ciência como um processo linear e regular e que os conhecimentos são somados sem qualquer conflito.

Através dessas observações Teixeira (2006) afirma que é necessário trazer para a aula situações que façam o aluno manifestar seus pensamentos e conceitos. Dessa forma, o educador criará oportunidades para apresentar o contexto da criação de um conceito e corrigir, caso necessário, pensamentos equivocados. Possibilitará também ao professor demonstrar que o conhecimento científico é uma produção humana e que sofre grande influência social, histórica, política e cultural, além de refutar a idéia de que a ciência é inalterável.

Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia (2001) partem do princípio de que educadores em ciência deveriam possuir uma visão adequada de como se faz ciência, porém relatam que no estudo por eles realizado, alunos e educadores apresentaram uma visão “popular” da ciência, isto é, existe um método científico único, imutável e verdadeiro. Utilizando-se de workshops, questionários, entrevistas, pesquisa bibliográfica e análise de materiais didáticos os autores apontam as principais deformações. São elas: o experimento científico é considerado “neutro”, não sendo influenciado por idéias anteriores; o método científico é visto como um conjunto de etapas a serem seguidas, no qual a criatividade do cientista é descartada e ineficaz; o conhecimento produzido não é correlacionado aos problemas que motivaram sua produção, omitindo a evolução do conhecimento e como este se originou; o conhecimento é dividido em disciplinas, denotando uma visão fragmentada dos saberes; a ciência é linear, cuja evolução se dá pelo acúmulo de conhecimento; não há cooperação entre cientistas e apenas os mais inteligentes obtêm resultados; a ciência e os cientistas são neutros, não sofrendo pressão ou interferências das necessidades e da sociedade.

Em um estudo sobre as concepções de ciência de alunos de Física, Teixeira, El-Hani e Freire Jr. (2001) utilizaram questionários e entrevistas para realizar tal levantamento, aplicados antes e após um curso sobre Epistemologia. Quando analisaram os questionários notaram que houve mudança de concepções sobre alguns temas, visto que o segundo questionário apresentou menor índice de respostas em branco e diminuição de respostas alternativas, além de relatarem que durante o curso foi observado um amadurecimento na compreensão dos conceitos por parte dos alunos,

Com base nos estudos citados acima, é possível notar que há muitas concepções equivocadas e distorcidas sobre o que é e como se faz ciência. A ciência é um processo de erros e acertos, devendo se considerar que as questões políticas, sociais, econômicas, culturais e pessoais são significativos interferentes na produção deste conhecimento. Também, que é um processo contínuo que não gera verdades absolutas e imutáveis, sendo um conhecimento passível de erro. Visto isso é importante verificar quais conceitos de ciência estão presentes nos futuros educadores, já que esse conhecimento será, possivelmente, ensinado nas escolas.

1.2- A relação entre ciência e leitura neste estudo

A metodologia empregada para a produção dos dados junto aos acadêmicos pesquisados envolveu a aplicação de dois questionários e a leitura de um texto sobre o histórico do conceito Fotossíntese (anexo 1). Um questionário foi aplicado antes da leitura do texto e outro posteriormente a ela. O público alvo foi uma mostra de 40 acadêmicos ingressantes e de 32 concluintes do curso de Ciências Biológicas da UFPR, totalizando 72 acadêmicos.

O tempo necessário para preencher o primeiro questionário foi de aproximadamente 30 minutos. Após a entrega deste questionário respondido pelo acadêmico, foi enviado por e-mail o texto histórico e o segundo questionário, o qual era preenchido somente após a leitura do texto em questão. Os questionários foram aplicados com o consentimento informado dos participantes e a confidencialidade das informações foi garantida previamente.

O primeiro questionário levantava dados sobre o hábito de leitura e de que forma o curso de Ciências Biológicas mudou esse hábito, caso o acadêmico já o possuísse. Também perguntava sobre o conhecimento dos acadêmicos a respeito

da fotossíntese, e dos experimentos relacionados ao tema. Investigava a concepção do acadêmico sobre o modo de construção de um conceito, a diferenciação entre inventar e descobrir na ciência, a caracterização sobre o que é um modelo para o acadêmico e por que na ciência ocorrem tantas mudanças. Além de levantar opiniões sobre a possibilidade de se obter um conceito cuja definição não sofreria mais alterações, pois ele já explicaria detalhadamente o fenômeno estudado (Anexo 2). Baseamo-nos no estudo desenvolvido por Higa e Delizoicov (2005) para organizar este questionário.

O texto histórico utilizado aborda a construção do conhecimento sobre a fotossíntese, evidenciando fatos históricos em que ocorreram mudanças de pensamento, erros conceituais e experimentais, divergências entre cientistas envolvidos nas pesquisas e dificuldade em se achar repostas e conclusões. O texto retrata também o momento histórico de cada conceito e quais pensamentos eram reinantes na época, a influência entre pesquisadores, a perpetuação de experimentos e a evolução de um conceito.

O segundo questionário levantou dados sobre a contribuição do texto para a reformulação do conceito fotossíntese ou de outros conhecimentos e para a formação do acadêmico, tanto científica quanto profissional. Investiga também se o acadêmico acredita que controvérsias entre cientistas são importantes para a construção da ciência, visto que o texto aborda esse assunto amplamente (Anexo 3).

A escolha do texto deveu-se, principalmente, por este apresentar a história do conceito fotossíntese, exemplificando os conceitos e experimentos com recortes dos diários dos cientistas, além de imagens dos possíveis métodos utilizados. A preferência por um texto que relatasse a história de um conceito deveu-se à noção proposta por Canguilhem, de que não se pode compreender a caminhada da ciência se não se privilegiar a análise da formação do conceito. Este é considerado a expressão da norma da verdade do discurso científico, privilegiá-lo significa valorizar a ciência como processo (Machado, 1988).

Para Canguilhem, segundo Machado (1988), a teoria científica é constituída por um feixe de conceitos, ou seja, um sistema conceitual, ela apresenta respostas, sugere soluções. Enquanto que o conceito assinala a existência de uma questão, a formulação de um problema, possuindo uma existência relativamente independente da teoria. A história das teorias não leva em consideração que um conceito não é equivalente nem de uma teoria geral, nem de um conjunto de observações. Para

exemplificar sua defesa, Canguilhem, segundo Machado (1988), mostra que o movimento reflexo tido como formulado por Descartes é defendido por muitos cientistas pelo fato de estar integrado num contexto teórico mecanicista. Enquanto, na verdade, o movimento reflexo tem como precursor Willis, que defendia uma teoria do movimento muscular mais compatível. Desse modo é possível notar a influência que a gênese de um conceito científico sofre de outras esferas teóricas, podendo até ser consolidado e aceito historicamente de maneira incorreta.

Consideramos também que a leitura é um processo essencial na formação do cidadão e, principalmente, de um cientista e educador, pois além de fornecer informações, provocar reflexões pode ser capaz de modificar representações. Um texto é um eficaz mediador de conhecimento, pois possibilita a apreensão, apropriação e transformações de significados. A leitura instiga o pensamento, a imaginação e a correlação com o cotidiano.

Para a análise da concepção dos acadêmicos sobre a ciência, utilizou-se o conceito de que a ciência é resultante de erros e acertos, é um processo contínuo, não “neutro”, sofre influências políticas, culturais, sociais e econômicas. Além de que, a ciência está inserida no contexto histórico-social, é influenciada por idéias antigas, possui interação entre o mundo científico e não científico, sendo que as metodologias científicas não garantem respostas certas e não são receitas a serem seguidas e, por fim, a ciência é feita por pessoas normais, influenciáveis e passíveis de erros.

Seguindo a linha de pensamento de Gaston Bachelard, ciência é uma construção intelectual e de raciocínio discursivo que reelabora os dados da experiência, é ainda, um processo intelectual e criativo que passa o racional para o real. Entretanto, as realizações científicas não se limitam a reproduzir o mundo através de experiências e muito menos a explicitar as leis que regem os fenômenos. As idéias científicas rompem com as ilusões criadas pela percepção, ou seja, o pensamento científico não reafirma o senso comum, ao contrário, exige a readequação do modo de pensar.

Ainda segundo esse filósofo, as verdades criadas pela ciência não são definitivas e nem absolutas, elas são incompletas devido ao seu objeto de estudo, que nunca se expõe em sua plenitude e pela relação entre pensamento e fenômeno, portanto conceitos e princípios não permanecem imutáveis. Além de que, por ser um estudo elaborado e concedido através de condições humanas, a ciência é

entremeada por subjetividades, resultantes da imaginação, ilusões e devaneios daqueles que a conceberam. Portanto, seguindo as idéias de Bachelard é possível rejeitar certezas e saberes que, de tão conhecidas e ensinadas, são consideradas irrecusáveis, assim o constante interrogar se alia a surpresa do dado, de modo que a evidência empírica não seja o suficiente para ficar um conhecimento.

O conhecimento científico é, segundo Bachelard, resultado de metodologias e de investigações plurais, além da constante retificação dos erros, visto que as verdades partem das correções de conceitos, obrigando-os a reorganizarem-se, a modificarem-se e a tornarem-se outros, deste modo o conhecimento científico não é visto como objeto original, ou seja, é uma eterna repetição. As novas descobertas e teorias, segundo Bachelard (1996), são rupturas, progressos súbitos, permitindo que a ciência avance descontinuamente, revelando-se assim recorrente, ou seja, a certeza do presente redefine o passado, tornando-se uma releitura, reorganizando o passado. Os cientistas submetem as verdades científicas a constantes verificações, tornando, desse modo, o conhecimento dinâmico e sujeito a modificações, essa prática torna a ciência uma predicação, retratando também a história da comunidade.

Na seqüência apresento as respostas dos acadêmicos aos questionários.

2- OS ESTUDANTES PESQUISADOS

Foram obtidos 120 questionários no total, sendo 70 referentes ao primeiro questionário e 50 do segundo. Do primeiro questionário 30 foram respondidos por alunos concluintes e 40 por ingressantes. Do segundo questionário 28 foram respondidos por concluintes e 22 por alunos ingressantes.

É importante ressaltar que por não ser um meio de avaliação o aluno pode ter simplificado sua resposta, não ter transcrito todo o seu conhecimento sobre o assunto ou simplesmente não ter vontade de refletir sobre sua resposta e melhorá-la.

Os dados obtidos foram separados em categorias que se mostraram evidentes em cada questão. O item 6 do primeiro questionário (questionamento sobre o que é inventar e o que é descobrir), durante a análise se mostrou pouco significativo, portanto foi desconsiderado da análise final.

2.1- Hábitos de leitura

Os respondentes afirmaram que lêem, sendo 84% dos concluintes e 77% dos ingressantes, apenas 15% dos concluintes e 12% dos ingressantes relataram que não lêem. Entretanto, 10% dos ingressantes não indicaram se gostam de ler ou não, relatando apenas que possuem o hábito.

A maioria dos acadêmicos indica que o hábito restringe-se a literatura popular, como livros de ficção, romance, suspense, entre outros, conforme citado abaixo:

“Leio com muita freqüência... Como lazer gosto de ler livros de ficção e romance. Toda semana leio um livro diferente.” - Concluinte

“Dependendo da disponibilidade de tempo, estou sempre lendo algo, geralmente são romances diversos, mas procuro livros que tenham a Ciência como tema, apesar destes serem às vezes raros de adquirir.” – Concluinte

“Sim, gosto de ficção, não-ficção, não tenho um gênero preferido, basta que o livro me “prenda”” - Ingressante

“Eu adoro ler livros de romance.” - Ingressante

Jornais e revistas foram indicados por 30% dos concluintes e 42% dos ingressantes, conforme citação abaixo:

“Gosto de ler literatura (livros de romance, ficção) e revistas científicas como Ciência Hoje e Scientific American. Também leio a Gazeta d Povo (uma ou outra reportagem e os cadernos especiais como o caderno G).”- Concluinte

“Leitura preferencial de meios de comunicação (jornais, revistas), sendo estes um hábito diário. Livros de literatura são ocasionais, dando preferência a obras clássicas e ficção.” - Concluinte

“Livros históricos, jornais, revistas, bula de remédio, embalagens, rótulos.” - Ingressante

“Sim, gosto de ler. Geralmente livros de ficção, literatura brasileira e revistas.” – Ingressante

Houve também citação de livros da área, artigos científicos, gibis, bulas e rótulos, sendo os dois últimos restritos aos ingressantes. 10% dos acadêmicos ingressantes e 5% dos concluintes não especificaram o que lêem.

O ingresso no curso de Biologia interferiu no hábito de leitura de 90% dos acadêmicos concluintes e de 92% dos ingressantes:

“Eu passei a ler mais coisas em inglês, devido aos muitos artigos e livros em inglês utilizados ao longo do curso”- Concluinte

“Sim. Aumentou o tempo de leitura e mudou a minha rotina, pois é um curso que precisa desse recurso”- Concluinte

“Sim, muito. Artigos científicos em geral, dando ênfase à biologia e temas atuais. P/ que eu possa aprimorar meus conhecimentos.”- Ingressante

“Mudou. Agora eu procuro estudar mais pelos livros e comecei a entender melhor um artigo científico.”- Ingressante

Em sua maioria as respostas destacam a substituição de artigos científicos, sendo apontado por 40% dos acadêmicos concluintes e 45% dos ingressantes, conforme citado abaixo:

“Antes de entrar no curso não procurava ler artigos científicos, a respeito de ciência, lia uma ou outra coisa de curiosidade, agora procuro ler mais...” - Concluinte

“Mudou. Como já comentei, tenho focado em leituras da área científica e também tenho lido muitos artigos.”- Concluinte

“Sim. Por falta de tempo, agora só leio livros e artigos que são pedidos no curso.”- Ingressante

“Por um lado sim, o tempo que eu dedicava a livros, agora dedico a leitura de artigos científicos (alguns) e livros das disciplinas do curso”- Ingressante

Apenas 6% dos concluintes e 7% dos ingressantes não acreditam que o curso mudou esse hábito:

“Não, continuo lendo os mesmos tipos de livros que antes.”- Concluinte

“Por enquanto não, no entanto, pretendo me familiarizar com a leitura de artigos científicos.”- Ingressante

Dentre os acadêmicos ingressantes foi apontado o ingresso de livros da área em seu hábito, no total de 35%:

“Sim, pois ao ingressar no curso há a necessidade de recorrer a livros específicos da biologia.”

Entretanto 27% dos acadêmicos ingressantes e 3% dos concluintes não especificaram qual foi a mudança em seu hábito de leitura:

“Sim. Agora eu preciso buscar além do conhecimento específico de cada disciplina, outros tipos de conhecimento sobre assuntos diversos que estão ligados à Biologia, porque não adianta sabermos a essência da disciplina sem saber como usá-la ou qual é a sua aplicação.”- Ingressante

É possível notar que o curso de Ciências Biológicas requer e instiga a leitura, modifica grande parte deste hábito direcionando-o para a área científica. É importante notar a aproximação do acadêmico com a produção científica, visto que na vida profissional a elaboração de um artigo ou relatório científico serão fundamentais. O estímulo à leitura permite que o futuro professor agregue conhecimento, correlacione exemplos, relacione no dia-a-dia o conceito ou informação que deseja transmitir e aproxima do aluno as idéias científicas.

2.2- Conhecimento sobre fotossíntese

A maioria dos respondentes, cerca de 65% dos concluintes e ingressantes afirmam que a fotossíntese é um processo relacionado à obtenção ou transformação de energia.

“Fotossíntese é o processo pelo qual as plantas respiram e obtém energia para sua sobrevivência.” – Concluinte

“Fotossíntese envolve processos químicos e físicos, e está relacionada principalmente com a obtenção de energia pelas plantas” - Concluinte

“Processo pelo qual as plantas produzem energia (ATP) para sua sobrevivência. Através da absorção da luz do Sol e de gás carbônico, liberando oxigênio para a atmosfera.” - Ingressante

“É o processo pelo qual as plantas obtêm energia a partir da reação que ocorre entre a luz, água e gás carbônico.”- Ingressante

“É uma forma de transformar a energia solar em energia para ela (glicose)...” – Concluinte

“É o processo pelo qual os vegetais produzem a sua energia, absorvendo luz.”- Ingressante

“É a obtenção de energia através da luz solar, ocorre em vegetais através dos cloroplastos. Libera oxigênio para o meio[...]- Ingressante

Apenas 34% dos acadêmicos concluintes e 20% dos ingressantes citaram estruturas envolvidas na fotossíntese, como estômatos, cloroplastos e clorofila.

“Fotossíntese é um processo importantíssimo para os seres vivos que dependem dela para sua alimentação. Somente os indivíduos pertencentes ao Reino Plantae e cianobactérias, que possuem estruturas fotossintetizantes, clorofila podem realizá-lo[...]- Concluinte

“[...]Ocorre na maioria dos vegetais em organelas chamadas cloroplastos, relacionado com um pigmento denominado clorofila[...]- Concluinte

“Fotossíntese é a capacidade que plantas e seres clorofilados tem de transformar luz solar em alimento.” – Ingressante

“A planta por não ter mecanismos de uma célula animal, sua célula apresenta clorofila mecanismo ao qual captura dióxido de carbono, para produzir[...]- Ingressante

“Reação química que ocorre dentro dos cloroplastos, na qual a luz solar é utilizada para produzir açúcares (energia) para a planta” - Concluinte

28% dos acadêmicos concluintes e 17% dos ingressantes relacionam a fotossíntese com a produção de alimento, realizada pelas plantas.

“Fotossíntese é o processo através do qual as plantas produzem seu alimento, utilizando uma combinação de água, gás carbônico e energia luminosa.” – Concluinte

“Fotossíntese é o processo pelo qual as plantas utilizam água e gás carbônico para produzirem seu alimento. Envolve a participação[...]- Concluinte

“Capacidade das plantas de transformarem gás carbônico em água, produz seu próprio alimento.” – Ingressante

“A forma de “alimentação” das plantas” - Ingressante

15% dos acadêmicos concluintes e apenas 5% dos ingressantes citaram a reação da forma em que é descrita em livros, que “Energia luminosa + CO₂ + H₂O → açúcares + O₂ + energia térmica”, 12% dos concluintes e 7% dos ingressantes

esqueceram de apenas um composto dessa reação, seja a energia luminosa, oxigênio, água ou açúcar.

“[...] Desse processo são produzidos glicose (que alimenta esse ser vivo) e oxigênio que é liberado para a atmosfera. A equação desse processo é: $H_2O + CO_2 + luz \rightarrow glicose + O_2$ ”- Concluinte

“[...] Utiliza a energia luminosa + CO_2 e H_2O para produzir glicose, esta será a fonte de energia e será armazenada sob a forma de amido. [...]”- Concluinte

“ $H_2O + CO_2 + Luz \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$. Etapa clara [...]”- Ingressante

“É o processo químico que os organismos providos de clorofila utilizam para obter glicose, envolve como reagente o gás carbônico e água e produzem para o organismo oxigênio e glicose...”- Ingressante

Apenas 30% dos acadêmicos concluintes e 30% ingressantes relataram lembrar-se de experimentos sobre a fotossíntese, poucos deram exemplos, entretanto os acadêmicos que exemplificaram citaram assuntos como pigmentos envolvidos na fotossíntese, relação de claro e escuro na taxa de fotossíntese, experimento com rato e planta em recipientes juntos e separados, como citado abaixo:

“Sim. Existem experimentos com os pigmentos que estão envolvidos na fotossíntese”- Concluinte

“Sim. Como colocar um rato em um objeto lacrado e outro rato em um objeto que contenha uma planta – produção de Oxigênio, sobrevivência do rato.”- Ingressante

“Coloca-se ratos e plantas dentro de uma vidraça. O tempo de vida de cada organismo é maior do que quando colocados somente ratos ou plantas na vidraça.”- Ingressante

“Sim. Deixar plantas em ambiente iluminado e no escuro = confrontar com as etapas clara e escura da fotossíntese.”- Ingressante

65% dos acadêmicos concluintes e 70% dos ingressantes relataram não lembrar experimentos sobre o tema. E apenas um acadêmico concluinte não respondeu a questão.

“Com certeza existiu porém não me recordo.”- Concluinte

Fotossíntese é um conceito em destaque em sala de aula, entretanto é possível notar que nas respostas dadas o processo descrito pelos acadêmicos é limitado, não abrangendo a sua totalidade. Estruturas essenciais foram deixadas de lado, além de que produtos e reagentes da reação foram esquecidos ou trocados. O

processo descrito pelos acadêmicos limitou-se ao seu destino (nutrir a planta), não foram citados processos ou conseqüências.

Experimentos realizados para a comprovação desse fenômeno são descritos e ilustrados desde o Ensino Fundamental, entretanto nota-se que os acadêmicos não apreendem esse tipo de informação. Apesar dos experimentos ilustrarem apenas o processo concluído, sua presença nos livros didáticos e aulas são intensos, todavia a falta de lembrança dos acadêmicos alerta para a importância e correlação que estes fazem do exemplo com o processo aprendido.

2.3- Sobre a construção de um conceito científico

As respostas emitidas a esta questão não se limitaram a relatar um único modo de construir um conceito científico, então agrupamos por idéias que se repetiram. Entre os acadêmicos concluintes a maioria, 78%, apontou que a experimentação é a forma como os cientistas chegam a um conceito, contrastando com 45% dos ingressantes, que apontam essa mesma alternativa:

“Através da experimentação.”- Concluinte

“Através de experimentação, discussão, debate...”- Concluinte

“Através de experimentos e pesquisas.”- Ingressante

“Através de experimentos, testes, estudos.”- Ingressante

Entretanto, apenas 34% dos concluintes apontam que a observação é a forma em que os cientistas chegam a um conceito, enquanto que 50% dos acadêmicos ingressantes apontam essa a forma de construção.

“Depois de muito estudo e de suas experiências chegarem sempre, ou quase sempre, aos mesmos resultados, e de observações meticulosas do mundo.”- Concluinte

“Acho que inicialmente observa-se um fenômeno, se este apresenta um comportamento previsível, pode-se criar hipóteses sobre este, que acabam por torna-se conceito se estas forem comprovadas, teoricamente ou empiricamente”- Concluinte

“Através de diversos estudos e observações baseando-se por um assunto central. Após isso são elaborados alguns conceitos que melhor expliquem a situação.”- Ingressante

“Através de observações sobre algum fato que os desperte o interesse e depois pesquisas que vão testar a sua hipótese para saber se ela é funcional ou não”- Ingressante

Como já dito, poucas respostas se limitaram a um modo ou outro, diversas incluíram mais de uma estratégia, entretanto os modos citados acima predominaram.

Entre os concluintes 28% citam que a criação de hipóteses faz parte do processo de construção de conceitos e 15% dos ingressantes fazem a mesma referência:

“Alguém propõe uma hipótese que é aceita por vários cientistas, após várias verificações e debates.”- Ingressante

Apenas 21% dos acadêmicos concluintes e 40% dos ingressantes apontam que pesquisa e estudo é uma atividade importante para a formação de um conceito:

“Primeiramente através: de muita leitura, consulta a maior parte de informação disponível (internet), consulta a outros pesquisadores, até por fim, sintetizarem o seu pensamento no conceito.”- Concluinte

“Fazendo pesquisas, realizando experiências.”- Concluinte

“Antes de tudo, eles precisam ter alguma dúvida, uma questão ainda não resolvida e comece a pesquisar sobre isso. Depois da pesquisa, tem suas conclusões e conceitos formados.”- Ingressante

“Através de pesquisas, observações, e muito estudo”- Ingressante

Entre os concluintes aparecem citação sobre variáveis, método e raciocínio científico (dedução, verificação), pesquisas bibliográficas e curiosidade como formas de se chegar a um conceito. Já entre os ingressantes há a indicação de idéias, suposições, dúvidas e análises.

“Através de experimentos. A partir de métodos científicos é possível testar e definir conceitos.”- Concluinte

“Por meio de idéias, suposições, conjecturas e experimentos repetidos”- Ingressante

É possível notar que a realização de experimentos e observações são considerados essenciais para a elaboração de um conceito, enquanto que formulação de hipóteses, debates, pesquisas e curiosidade são consideradas secundárias.

2.4- Sobre os modelos científicos

Para os acadêmicos concluintes modelos são versões simplificadas, apontado por 40% dos acadêmicos e relacionado por apenas 2% dos ingressantes, além de que são utilizadas para explicar como algo funciona, apontado por 37% dos acadêmicos concluintes e apenas 2% dos ingressantes.

“São representações simplificadas de um determinado conteúdo ou estrutura, que tem por objetivo facilitar a aprendizagem. Não reproduzem fielmente a realidade.”- Concluente

“Modelos são formas de exemplificar; demonstrar de forma simples a realidade”- Ingressante

“São formas utilizadas para explicar, demonstrar como algo, fenômeno ou estruturas se comportam e funcionam.”- Concluente

“É algo proposto para explicar algum fenômeno ou estrutura”- Ingressante

18% dos acadêmicos concluintes e 17% dos ingressantes apontaram que sua utilização facilita o aprendizado.

“[...] algo que é feito para simular ou deixar mais fácil o entendimento de alguma coisa”- Concluente

“São estruturas que nos auxiliam no entendimento[...]-Ingressante

12% dos acadêmicos concluintes apontam que os modelos são diferentes da realidade apresentando, entretanto, semelhanças e 10% dos ingressantes citam que modelos não são necessariamente reais.

“Modelos são simplificações, representações limitadas de algum fenômeno/processo/estrutura. O modelo nunca vai ser de fato aquilo que se pretende representar [...]”- Concluente

“Modelos são pressupostos que melhor explicam alguma coisa... até se tornarem algo que possa ser utilizado confiavelmente, mas não assumindo como verdadeiro.”- Ingressante

9% dos acadêmicos concluintes e 17% dos acadêmicos ingressantes apontam que modelos representam a realidade.

“Modelos são representações da realidade, porém são simplificados para podermos compreendê-la melhor.”- Concluente

“Sim. Métodos científicos que fazem uma demonstração da cadeia real de DNA.”- Ingressante

Modelos, para os acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, são versões simplificadas que explicam como algo funciona, podem representar ou não a realidade e servem para facilitar o aprendizado. É curioso ressaltar que os acadêmicos relacionam os modelos como representações que facilitam o aprendizado.

2.5- Sobre mudanças na ciência

Entre os acadêmicos ingressantes 37% apontam que ocorrem mudanças no pensamento científico devido às idéias novas que modificam as anteriores, visão semelhante à 21% dos acadêmicos concluintes:

“Devido às novas descobertas que desmistificam ou modificam as anteriores.”- Concluinte

“Porque novos fatos e conceitos são conhecidos e levam a perceber que antigos conhecimentos eram equivocados.”- Concluinte

“Porque na ciência nada é imutável e não se conhece tudo, através de pesquisas novos conceitos são formados e antigos vão sendo desmentidos.”- Ingressante

20% dos acadêmicos concluintes e 22% dos ingressantes apontam a tecnologia como responsável por essas mudanças.

“[...] Novas tecnologias, idéias, descobertas e invenções, fazem da ciência um ramo do conhecimento agregado aos acontecimentos históricos.”- Concluinte

“Novos estudos são realizados, com novas tecnologias, gerando novos resultados. Substituindo o “velho” pelo “novo””- Concluinte

“Porque o pensamento humano evolui, e com este a tecnologia e a ciência, que desenvolveram-se também.”- Ingressante

“Devido a avanços tecnológicos que permitem observar de forma mais detalhada estes efeitos.”- Ingressante

As demais respostas se subdividem em vários elementos que conduzem às mudanças na ciência, como: o caráter de falseabilidade que as verdades científicas possuem, a continuidade dos estudos e experimentos, a criação de novas hipóteses e a curiosidade.

75% dos acadêmicos concluintes e 62% dos ingressantes, apontam que nunca chegará o dia em que a ciência será definitiva

“Não, como sabemos a biologia é uma ciência, então um conceito é válido até que outro melhor apareça.”- Concluinte

“Não, pois para uma teoria ser levado em consideração ela deve ser, primeiramente, falseável (Popper), estando sempre sujeita a alterações.”- Concluinte

“Talvez nunca haja explicação para tudo porque o mundo e as formas de vida estão em constante mudança e evolução fazendo com que o que se aplica hoje, amanhã já não tem mais utilização.”- Ingressante

“Não. Pois o ser humano não é a espécie mais importante do planeta que faça com que este conheça a verdade absoluta.”- Ingressante

12% dos concluintes e 25% dos ingressantes apontam que pode existir uma ciência definitiva:

“Sim; por exemplo um dogma (como o dogma da Biologia Molecular).”- Concluinte

“Sim, já que cada vez há mais tecnologia, e com isto a ciência é beneficiada muito, seja no uso de microscópios, leitura de DNA mais precisa e várias outras.”- Ingressante

3% dos concluintes e 7% dos ingressantes responderam que talvez a ciência possa ser definitiva:

“Talvez, se realmente corresponder a realidade ou se a verdadeira explicação para determinado fenômeno não estiver ao alcance da descoberta humana.”- Concluinte

“Talvez haverão explicações muito bem embasadas e com diversas evidências que as deixem muito fortes a ponto de não mudarem, mas sempre terão informações a acrescentar. Nada é imutável.”- Ingressante

Os acadêmicos atribuem uma sucessão de novas idéias e descobertas para as mudanças na ciência, assim como o avanço da tecnologia. A maioria dos acadêmicos acredita que a ciência nunca chegará a um conhecimento definitivo, entretanto há aqueles que não duvidam que com o avanço da tecnologia seja possível chegar a um conhecimento imutável.

2.6- Sobre a realidade das explicações

53% dos acadêmicos concluintes e 62% dos ingressantes responderam que não podemos chegar a uma explicação que irá descrever as coisas como elas realmente são.

“Acredito que não. A tecnologia vai estar sempre avançando e novas explicações surgindo.”- Concluinte

“Não. Pode-se chegar a algo que explique as coisas como são apenas dentro da nossa percepção humana. Mas a realidade não é necessariamente como nós percebemos.”- Ingressante

“Não. Cada fenômeno engloba muitas áreas da ciência, são muitos detalhes.”- Ingressante

18% dos acadêmicos concluintes e 25% dos ingressantes responderam que podemos chegar a uma explicação que irá descrever as coisas como elas realmente são.

“Sim. Mas não significa que ela não pode mudar. Depende de quanto se conhece sobre determinado assunto. Descobrimo-se novos mecanismos, muda-se a explicação.”- Concluente

“Possível é sim, mas sempre terão limitadores as explicações podem ser reelaboradas conforme as mudanças impostas.”- Concluente

“Acredito que esse é o objetivo da ciência... quanto tempo vai demorar, é um mistério.”- Ingressante

“Não para todas as coisas, mas para uma parte delas sim. Isso porque há muita variedade de “coisas”. Mas por causa da tecnologia que é cada vez mais avançada, acho que isso será possível sim, mas talvez daqui a muito tempo.”- Ingressante

25% dos concluintes e 7% dos ingressantes responderam que poderia uma explicação chegar perto da realidade, entretanto nunca a uma verdade absoluta.

“Não. Podemos chegar a uma explicação muito próxima da realidade mas, como relatei no item b, a explicação é feita para uma circunstância e momento específico, que não se repetirá. Mas, creio que a Ciência agrupa circunstâncias e momentos semelhantes a fim de reforçar explicações sobre os fenômenos.”- Concluente

“Com estudo persistente é possível que cheguemos muito perto, porém acredito que seja utopia.”- Concluente

“Não. O trabalho dos cientistas é o de se aproximar ao máximo da verdade, de como as coisas acontecem, mas dificilmente chegamos a uma explicação exata sobre as coisas, que garantam que estamos 100% certos.”- Ingressante

A maioria dos acadêmicos não acredita que haverá um dia que a ciência chegará a uma explicação definitiva, todavia alguns acreditam que se aproximará e outros que um dia será possível, entretanto com ressalvas.

2.7- Controvérsias na ciência

Todos os acadêmicos concluintes e ingressantes acreditam que controvérsias na ciência são de grande importância, porém diferem quanto à justificativa dessa importância. 32% (4 acadêmicos) dos concluintes e 27% (6 acadêmicos) dos ingressantes afirmam que as controvérsias permitem que novas teorias, justificativas, experimentos e conhecimentos sejam elaborados.

“Sim, a controvérsia é fundamental para que novos cientistas se estimulem a buscar novas hipóteses e testar novos experimentos. Se em um primeiro resultado ninguém tivesse questionado provavelmente ainda estaríamos acreditando que a planta se alimenta da terra.”- Concluente

“Sim. As controvérsias fazem os cientistas reverem seus conceitos e buscarem cada vez mais explicações e hipóteses coerentes com o que acreditam.”- Concluente

“Com certeza divergências são necessárias para o desenvolvimento da ciência, pois geram dúvidas, pesquisas e conseqüentemente respostas”- Ingressante

“Sem dúvida. As divergências contribuem para a formulação de teorias mais críticas e de cisão mais ampla.”- Ingressante

21% (6 acadêmicos) dos concluintes e apenas 9% (2 acadêmicos) dos ingressantes apontam que as controvérsias possibilitam que os cientistas se aproximem cada vez mais da verdade científica.

“Sim, acredito que essas divergências são válidas e necessárias para o desenvolvimento da ciência, temos que ter várias frentes de questionamentos, mesmo que contraditórias, para conseguirmos chegar na verdade.”- Concluinte

“Com certeza. As controvérsias incentivam a busca pela resposta mais correta, permitindo que outros pesquisadores corroborem ou refutem uma teoria através de verificação ou de novos experimentos, pelo critério da falseabilidade de Popper [...]” – Concluinte

“Sim, pois a partir dessas controvérsias que os cientistas conseguem chegar num conceito que seja mais aceito ou até comprovado.”- Ingressante

E apenas entre os ingressantes, 27% (6 acadêmicos), apontaram que as controvérsias permitem o desenvolvimento da ciência.

“[...] Além disso, esses experimentos são a base para o descobrimento de outros fenômenos que geram o progresso da ciência.”- Ingressante

“Sim, como a ciência é extremamente dinâmica, as diferentes opiniões e contribuições são responsáveis pelo aprimoramento científico.” Ingressante

17% (5 acadêmicos) dos acadêmicos concluintes e 18% (4 acadêmicos) dos ingressantes apontam que sem controvérsias a ciência não teria continuidade, que as divergências de opiniões movem esse conhecimento.

“Sim[...] Quando não há divergências, não há questionamentos, e o conhecimento se estanca, não progride.”- Concluinte

“Com certeza. As controvérsias incentivam a busca pela resposta mais correta, permitindo que outros pesquisadores corroborem ou refutem uma teoria através de verificação ou de novos experimentos, pelo critério de falseabilidade de Popper.”- Concluinte

“Sim. A ciência só avança com controvérsias e dúvidas. Pois se algum cientista postula alguma teoria e todos a consideram correta e absoluta, ninguém mais vai estudar sobre o assunto e descobrir coisas novas e assim, a ciência ficará estagnada.”- Ingressante

“Sim, acredito que o processo científico é pautado na constante discussão e questionamento, tornando a ciência autocrítica e auto reciclável. A partir do momento que se tem um paradigma que é considerado como verdade absoluta e inquestionável, a ciência perde o sentido e torna-se algo mais parecido com uma religião.”- Ingressante

Todos os acadêmicos acreditam que a diferença de opinião é importante para a ciência, alguns ressaltam ainda que sem ela a ciência não teria continuidade, entretanto as opiniões são diferentes quanto à justificativa dessa importância, alguns acreditam que essa divergência aproxima a ciência da realidade e da verdade científica, enquanto que outros acreditam que novas teorias, hipóteses, entre outros, são aprimorados.

2.8- Contribuição da leitura do texto

64% (18 acadêmicos) acadêmicos concluintes e 59% (13 acadêmicos) ingressantes relatam que o texto histórico contribuiu para a reformulação do conceito de fotossíntese.

“Contribuiu[...] Um conceito científico não é algo que sai pronto do forno.”- Concluinte

“O texto contribuiu para o meu conceito de fotossíntese, pois sabia que foram feitos vários experimentos para chegar a um conjunto de conclusões que explicam o conceito de fotossíntese, mas não sabia quais eram estes experimentos e que demoraram tanto tempo.”- Concluinte

“Com certeza contribuiu. De forma que esclareceu algumas questões que normalmente não paramos para refletir e entender. Até porque a abordagem adotada no texto, ou seja, fato por fato, por exemplo o ATP em si, depois o solo, a absorção de luz faz com que o processo todo fique mais fácil de ser entendido.”- Ingressante

“Sim, o texto contribuiu para ampliar meus conhecimentos sobre fotossíntese. Eu, até agora, não havia lido nada sobre os primeiros experimentos realizados na tentativa de desvendar os fatores que determinam o desenvolvimento das plantas e que culminaram, séculos depois, com a descoberta da fotossíntese.”- Ingressante

No entanto, 35% (10 acadêmicos) dos acadêmicos concluintes e 36% (8 acadêmicos) dos ingressantes acreditam que o texto não acrescentou nada de novo em relação aos conceitos.

“Não, a leitura de fato consolidou idéias que antes não eram muito claras para mim, porém o conceito que eu tinha de fotossíntese ainda é o mesmo.”- Concluinte

“Pouco. O enfoque histórico trouxe mais elucidacões do tipo “curiosidade” que reformulações do que eu já sabia, ou seja, agreguei conhecimento sobre o assunto e não “reformulei” o conhecimento.”- Concluinte

“Reformulação não, somente acréscimo de conhecimento.”- Ingressante

“O texto lembrou alguns fatos sobre os estudos realizados sobre a fotossíntese, mas não acrescentou conhecimento novo.”- Ingressante

57% (17 acadêmicos) dos acadêmicos concluintes e 18% (4 acadêmicos) dos ingressantes ressaltam que o texto acrescentou fatos históricos que não foram abordados durante a vida escolar e acadêmica.

“Sim. Apesar de ser graduanda em biologia e fazer licenciatura, os fatos históricos sobre a fotossíntese não são tão elaborados. Durante o ensino médio e superior não houveram momentos para a formação dessas idéias. Assim, os conteúdos sobre a fotossíntese obtidos restringiram-se a conhecimentos científicos atuais.”- Concluinte

“Sim, pois o texto apresentou um enfoque histórico da construção do conceito de fotossíntese, mostrando as etapas de experimentação, as dúvidas e erros dos cientistas e os caminhos que os levaram a chegar no que hoje consideramos como a “verdade” sobre este processo bioquímico realizado pelas plantas.”- Concluinte

“Com certeza contribuiu, pois até o presente momento eu não possuía nenhum conhecimento sobre como a teoria havia sido formulada, esse tipo de informação é importante pois ajuda a entender os paradigmas já formados na compreensão da biologia.”- Ingressante

“Sim, conhecia apenas os processos da fotossíntese e as estruturas responsáveis pela mesma. Mas desconhecia o contexto histórico do assunto.”- Ingressante

42% (12 acadêmicos) dos acadêmicos concluintes e 27% (6 acadêmicos) dos ingressantes abordam que a contribuição do texto foi a compreensão do caminho percorrido até a formulação de um conceito estudado atualmente.

“Sim. Através do texto, foi possível lembrar quais os fenômenos envolvidos com o processo da realização da fotossíntese. Desfez a visão cristalizada e absoluta do conceito de fotossíntese e fez com que fosse percebido as diversas ciências que estão envolvidas para a explicação do fenômeno.”- Concluinte

“O texto acrescentou novos conhecimentos. Não sabia que havia sido levado tanto tempo até se chegar ao atual conhecimento do processo da fotossíntese, e que este se deu por meio de diversos experimentos, que eu não conhecia e por diversos cientistas ao longo de muitos anos.”- Concluinte

“Atualizou o conceito e acrescentou a história da fotossíntese. Até então, eu desconhecia o processo de formação desta teoria.”- Ingressante

“Sim, os diferentes experimentos realizados foram conhecimentos novos para mim, e servem para ilustrar a construção do conceito”- Ingressante

7% (2 acadêmicos) dos acadêmicos concluintes e 4% (1 acadêmico) dos ingressantes apontam que o texto serviu como curiosidade.

“Conhecimento do tipo curiosidade.”- Concluinte

“De certa forma não. Apenas serviu como uma curiosidade a mais, os princípios em si, de como tudo ocorre, continuam o mesmo.”- Ingressante

Com base nas respostas obtidas, é possível afirmar que a maioria dos acadêmicos aponta para o fato de que o texto contribuiu para algo, seja para a reformulação do conceito fotossíntese, além de contribuir para a visão histórica da fotossíntese e da construção do conhecimento. Esse reconhecimento é importante para o futuro professor, pois o acadêmico ao vivenciar a experiência de possuir conhecimento somado a partir de um texto, se apropria deste e reproduz a experiência em sala de aula. O texto acrescenta também um contato com uma nova forma de tratar o conhecimento científico, demonstrando que erros fazem parte do processo e tornam a ciência mais forte.

2.9- Importância do texto para a formação do pesquisador/professor

Praticamente todos os respondentes relatam que o texto possui importância na formação quanto biólogo e quanto professor.

“Sim. Acredito que a história da construção de um conhecimento seja importante para dar sentido ao que aprendemos e muitas vezes isto é esquecido. Lendo este tipo de texto somos lembrados desta importância. A maioria dos experimentos citados no texto são um pouco complicados, mas acredito que possam ser adaptados e utilizados em uma sala de aula.”- Concluinte

“Sim, conhecer a história da formação das teorias é de grande valor, entender a evolução do conhecimento humano e o contexto histórico inerente abre a mente para visualizar novos paradigmas, úteis inclusive para resolver questões atuais.”- Concluinte

“Acredito que sim, pois ele descreve claramente a “história da fotossíntese”. Eu não conhecia esta história, mas se eu vier a licenciar, esta história seria um método bom para iniciar o assunto “fotossíntese”.”- Ingressante

“Sim. Para uma visão mais ampla para o tema e entender como o pensamento evolui. Como professor será ótimo para tentar fazer com que os alunos entendam a evolução do pensamento e saber como se chegou a conclusão sobre a fotossíntese, tentando “caçar” nos alunos a curiosidade em entender e buscar respostas ou novas perguntas movidos pelo interesse em aprender...”- Ingressante

Enquanto contribuição para a formação do futuro professor 57% (16 acadêmicos) dos acadêmicos concluintes se mostram atentos na inclusão de textos históricos em sala de aula, enquanto apenas 22% (5 acadêmicos) dos ingressantes citaram essa contribuição, onde 9% (3 acadêmicos) dos acadêmicos ingressantes atribuem um papel de material introdutório na sua prática educacional e 13% (4 acadêmicos) ressaltam que o texto permite um melhor entendimento do conteúdo. Os acadêmicos concluintes não citaram as formas de possível utilização do texto.

“[...] A maioria dos experimentos citados no texto são um pouco complicados, mas acredito que possam ser adaptados e utilizados em sala de aula”- Concluinte

“[...] Como professor, por ter a oportunidade de repassar um conhecimento que eu não tive no Ensino Fundamental e Médio, bem como ter mais exemplos para mostrar aos alunos que o conhecimento científico não nasce de uma hora pra outra, não é pronto nem acabado. Que nem sempre os experimentos dão certo, de acordo com o esperado, e a busca para explicar estas falhas é uma das coisas que movem a Ciência.”- Concluinte

“Pode servir como uma introdução a alguns assuntos. Primeiro utiliza-se o fato de como eram as teorias, e o que mudou, para depois mostrar o progresso da ciência. Tornando o estudo mais diferenciado.”- Ingressante

“Sim, pois fatos históricos são importantes para o melhor entendimento de determinados assuntos, como a fotossíntese.”- Ingressante

A maioria dos acadêmicos reconhece alguma contribuição pessoal ou profissional do texto, alguns inclusive relatam que possivelmente irão utilizar esse tipo de texto em sala de aula. Tais respostas reforçam a importância do uso de textos que possuam em sua essência a história de um conceito, demonstram que os acadêmicos se interessam por novas formas de ensinar e estão abertos a novas possibilidades e experiências.

Apenas 7% (1 acadêmico) dos acadêmicos concluintes não vêem contribuição do texto para a formação.

“Não muito, ele foi mais legal como conhecimento pessoal, até porque gosto da história da ciência e pretendo sempre que possível passar ela em sala de aula para os mais variados assuntos.”- Concluinte

3- IMPLICAÇÕES DAS CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA APRESENTADAS PELOS ALUNOS

Conforme observado no capítulo anterior os acadêmicos concluintes e ingressantes diferem de opinião sobre a forma utilizada pelos cientistas na formulação de um conceito, os concluintes apontam para a experimentação, enquanto que os ingressantes apontam a observação, principalmente.

Esse modo de encarar a pesquisa científica partindo-se da observação e, ou da experimentação se aproxima de uma visão empirista-indutivista, criticada por muito filósofos, um deles é Chalmers que questiona a prática da observação desde sua concepção básica, que é o ato de enxergar. Chalmers (1997) aponta que dois observadores, considerados normais, posicionados igualmente em relação ao objeto em estudo e tendo o mesmo objeto para investigação, podem não ter a mesma experiência visual, ou seja, sua experiência visual depende, em parte, de experiências passadas, de seus conhecimentos e suas expectativas. Esse autor também aponta que as teorias precedem as observações, pois observações e experimentos serão somente realizados para testar ou “lançar luz” sobre alguma teoria.

Portanto, o modo de caracterizar a produção científica através de observação e experimentação demonstra que os estudantes investigados não refletiram sobre suas práticas acadêmicas durante a graduação e muito menos sobre o seu objeto de estudo. Esse modo de encarar a ciência segundo Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007) poderá ainda repercutir na forma deste futuro professor ensinar, visto que a ciência possui diversos assuntos polêmicos e complexos que poderão não ser incorporados na prática profissional.

Também metade dos acadêmicos relata que a mudança do pensamento científico, se deve, principalmente, à inclusão de novas idéias substituindo as antigas, podendo elas também serem modificadas por meio de novas tecnologias que auxiliam as pesquisas científicas. Essa visão aproxima-se do filósofo Kuhn, o qual define a mudança de pensamentos científicos através da “revolução científica”, em que um novo paradigma substitui um pensamento falho em sua concepção. Bachelard, por sua vez, relaciona a mudança de pensamento científico através da retificação do erro, não legitimando uma originalidade no novo pensamento. Esse

fato demonstra que, embora os acadêmicos possuam uma visão ingênua quanto à construção do conhecimento, conforme comentado no parágrafo anterior, eles demonstram uma percepção mais adequada em relação às mudanças científicas, é como se concebessem que ocorre uma superação de concepções prévias.

A maioria dos acadêmicos aponta que a ciência nunca chegará a ser definitiva, além de que o conhecimento científico, mesmo avançado e em constante aperfeiçoamento, não poderá explicar os fenômenos como eles realmente são. Tais concepções estão de acordo com Bachelard e Kuhn, que consideram o conhecimento científico como mutável e incapaz de explicar um fenômeno na sua totalidade, visto que é fruto de trabalho humano, que em sua essência é falho e permeável de concepções, ilusões e opiniões prévias. É unânime entre os acadêmicos, também, que controvérsias são essenciais para a ciência, esse dado também está de acordo com Bachelard e Kuhn, filósofos que relatam através de “retificação de erros” e “revoluções científicas” a contribuição de controvérsias para o avanço do conhecimento científico.

Bachelard aponta que a ciência se constrói por meio de metodologias e investigações plurais que retificam erros, construindo desse modo um conhecimento mais perto da realidade. A partir das repostas obtidas, é possível notar que os estudantes investigados estão cientes que a ciência avança por meio de diversos métodos e influências, concepção que os aproxima da forma como a ciência é construída. É importante ressaltar que uma visão desmistificada é essencial para o futuro cientista/professor, pois ao longo do curso ocorre o contato com pesquisas, que muitas vezes se mostram, de certa forma, fragmentadas de seu contexto. Como reforçam Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007), é necessário que o acadêmico possua a visão de ciência como resultado de erros e acertos, além de diversas interações com o mundo não científico, político e cultural, pois é essencial desenvolver no professor o hábito de pesquisa, e cultivar a visão de ciência como um processo contínuo e inserido no contexto histórico-social.

Quanto aos modelos construídos na ciência, os acadêmicos os caracterizam como algo simplificado, utilizado para a explicação, são considerados diferentes da realidade pelos concluintes e representantes da realidade pelos ingressantes. Essa visão difere da concepção apresentada por Mortimer (2000), onde modelo é algo construído para auxiliar no entendimento e deve, portanto, ser similar a realidade, ou

seja, pode representar a realidade, mas não imitá-la completamente. Ou em suas palavras:

Uma imagem que construímos da realidade e que nos ajuda a entendê-la. Nesse sentido, deve haver aspectos em comum entre a realidade e o modelo; uma transformação que ocorre na realidade pode ser representada através do modelo. Isso não significa que o modelo tenha que ser uma cópia exata da realidade e sim que deve representá-la (p.189)

Segundo Higa e Hosoume (2004), a ciência, partindo de uma visão realista, descreve uma realidade que independe da consciência, ou seja, ela descreve o mundo como ele realmente é, entretanto, desse pensamento partem muitas vertentes, sendo duas bem evidentes, o realismo ingênuo (ou científico) e o realismo crítico. O primeiro relata que os modelos representam a realidade como ela é, além de descrever o mundo como ele é. Já o segundo, descreve uma realidade pré-existente, em que modelos são construções humanas sobre a realidade. Todavia, partindo de uma visão idealista, a ciência constrói a realidade, portanto os modelos existem para permitir a existência de “coisas”.

Visto isso nota-se que os acadêmicos não possuem uma visão ingênua da ciência em relação aos modelos, ao contrário se aproximam de uma visão realista crítica, já que compreendem que a realidade existe e que os modelos são construções humanas dessa realidade.

Através da análise dos dados percebemos que a leitura é um hábito presente na vida dos acadêmicos, a preferência se é por livros de literatura popular (romance, ficção, suspense, etc...), entretanto, o relato predominante é que o ingresso no curso modificou esse hábito, seja pela necessidade de estudo para provas, seja pelo interesse e dedicação desprendidos. A principal mudança apontada foi para a inclusão de artigos científicos ou livros da área. Tal fato é interessante, pois aponta que o curso requisita esse tipo de atividade, a busca por mais informações em fontes atualizadas como os periódicos ou nos livros, que geralmente, descrevem os estudos tradicionalmente desenvolvidos em cada área.

Também é interessante perceber que a dedicação a esse tipo textos, os científicos, leva o acadêmico a adquirir outro tipo de linguagem, já que hábito anterior ao curso era marcado pela leitura de textos de natureza mais literária. Certamente, gradualmente ele vai se apropriando dessa forma de comunicação, fato essencial na formação e vida de um profissional atuante.

Em relação ao texto fornecido durante a pesquisa, grande parte dos acadêmicos relata que a leitura possibilitou a reformulação de conceitos relacionados à fotossíntese. Essa informação é válida, visto que poucos acadêmicos descreveram as reações químicas que ocorrem durante o processo, indicando, possivelmente, que eles não se lembravam das reações ou as consideram secundárias, além de poucos acadêmicos citarem experimentos relacionados à fotossíntese, um dado interessante se foca nos concluintes, que certamente realizaram práticas relacionadas ao tema em questão. Em relação aos ingressantes é igualmente interessante, visto que é comum em livros didáticos a presença de experimentos relacionados à fotossíntese, como o experimento de Priestley em que há o rato com e sem a planta.

Com base nessas observações uma dúvida surge, se os concluintes realizaram experimentos práticos sobre a fotossíntese, porque essa lembrança se apagou? Tal prática não foi contextualizada ou o objetivo não foi alcançado? Neste ponto da análise vale relembrar as palavras de Bachelard:

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 (...) com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana. (Bachelard, 1996, p.23)

Portanto de que modo esse experimento foi utilizado? Para contextualizar a aula ou para reconstruir um conhecimento? Durante o curso de ciências biológicas várias disciplinas desenvolvem atividades práticas, pois é essencial que o acadêmico conheça e aprenda de que forma um experimento é conduzido e presenciado de forma ativa os fenômenos que estuda. Entretanto esses experimentos, geralmente cumprem a função de completar e exemplificar o assunto discutido, não é considerado pelo professor como uma fonte de aprendizado única e completa, pois, descontextualizada de sua teoria um experimento perde sua função. Ou como afirma Bachelard: “Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”. (Bachelard, 1996, p.18)

Logo, perguntamos: o experimento foi utilizado para responder a uma pergunta ou para preencher uma lacuna do conhecimento?

Entretanto o objetivo básico da fotossíntese que é a transformação de energia química, responsável pelo crescimento e nutrição da planta foi citado pela maioria dos acadêmicos. Certamente, os concluintes estudaram fotossíntese a partir da definição difundida na obra de Alberts *et al* (2004, p.72-73), pois é um livro utilizado constantemente na graduação e que a apresentamos resumidamente abaixo.

A fotossíntese permite que a energia eletromagnética da luz solar seja convertida pelas células em energia de ligação química. As plantas são capazes de obter todos os átomos de que necessitam a partir de fontes inorgânicas: o carbono, a partir do dióxido de carbono atmosférico; o hidrogênio e o oxigênio, da água; o nitrogênio, da amônia e dos nitratos do solo, e os outros elementos que são necessários em pequenas quantidades, a partir de sais inorgânicos do solo. Elas utilizam a energia derivada da luz solar para construir açúcares, aminoácidos, nucleotídeos e ácidos graxos a partir dos átomos citados acima. Essas moléculas pequenas, por sua vez, são convertidas nas proteínas, nos ácidos nucléicos, nos polissacarídeos e nos lipídeos que formam as plantas. As reações da fotossíntese ocorrem em dois estágios. No primeiro estágio, a energia da Luz solar é capturada e armazenada temporariamente como energia de ligação química em pequenas moléculas especializadas, que agem como carreadores de energia e como grupos químicos reativos. Nesse estágio, o oxigênio molecular (gás O₂), proveniente da quebra da água, é liberado como produto de descarte. No segundo estágio, as moléculas que servem como carreadores de energia são usadas para ajudar na realização do processo de *fixação de carbono*, no qual os açúcares são produzidos a partir do gás dióxido de carbono (CO₂) e de água (H₂O), disponibilizando uma fonte útil de reserva de energia de ligação química e de materiais, para a própria planta e para qualquer animal que venha a comê-la. O resultado líquido de todo o processo da fotossíntese, no que se refere às plantas verdes, pode ser resumido simplesmente na equação: Energia luminosa + CO₂ + H₂O → açúcares + O₂ + energia térmica.

Os açúcares produzidos são então utilizados como fonte de energia de ligação química e como fonte de materiais para a produção das várias outras moléculas orgânicas, pequenas e grandes, que são essenciais para a célula vegetal.

Além da possibilidade de reformulação de um conceito os acadêmicos indicaram que o texto possibilitou a compreensão do modo em que um conceito é formulado, assim como a sua história. Diversos acadêmicos citaram ainda que essa abordagem histórica de um conceito foi um fato novo na sua vida acadêmica, indicando assim a falta de contato dos estudantes com textos históricos.

Essa lacuna é preocupante na vida acadêmica, pois demonstra não haver preocupação no curso em desenvolver no futuro profissional a noção de como um conceito é formulado. Como os estudos apontam, geralmente, a ausência de história e filosofia da ciência nos cursos de graduação na área científica contribui para a

formulação de uma visão ingênua da ciência, em que um cientista ao observar, estudar e conduzir um experimento, descobre algo novo e cria uma nova forma de ver o fenômeno, ou seja, descarta-se a contribuição de diversos cientistas na formulação do conhecimento.

Por esse motivo ressalta-se o uso do texto utilizado, onde se valoriza a história de um conceito defendido por Canguilhem segundo Machado (1988), pois desse modo a ciência é valorizada como processo, além de ser possível, assim como Longhini e Nardi (2009) afirmam, que o aprendizado pode se tornar mais efetivo, permitindo que o professor relacione as dúvidas dos alunos com as dúvidas enfrentadas pelos cientistas, aproximando a ciência do aluno e reforçando a idéia de que a ciência é um processo dinâmico e sofre influências de diversas esferas. Permite também, segundo Barros e Carvalho (1998), que o aluno note que a ciência é elaborada por idéias divergentes e opiniões conflitantes, e que se são fundamentais para o processo de construção do conhecimento científico.

É curioso observar, entretanto, que essas afirmações são evidenciadas nos acadêmicos concluintes, ressaltando uma possível lacuna na educação acadêmica. Em relação aos acadêmicos ingressantes esse dado aponta para uma educação geralmente priorizada no Ensino Médio, o ensino dos resultados da ciência. Segundo Bachelard (1996, p.303), o ensino dos resultados não é um ensino científico, pois para “ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir”. E na universidade como se tem estimulado a elaboração de conhecimentos nos acadêmicos?

A maioria dos acadêmicos acredita que o texto lido foi importante de alguma forma para a formação profissional, seja em relação à licenciatura ou ao bacharelado. Fica evidente, principalmente nas respostas dos concluintes, que o texto reforçou ou reformulou a visão de ciência postulada por Bachelard, um exemplo é a seguinte resposta já citada no capítulo anterior:

“[...] Como professor, por ter a oportunidade de repassar um conhecimento que eu não tive no Ensino Fundamental e Médio, bem como ter mais exemplos para mostrar aos alunos que o conhecimento científico não nasce de uma hora pra outra, não é pronto nem acabado. Que nem sempre os experimentos dão certo, de acordo com o esperado, e a busca para explicar estas falhas é uma das coisas que movem a Ciência.”- Concluinte

Deste modo é possível afirmar que a leitura de um texto de caráter histórico é fundamental para transmitir uma visão humana de ciência, pois segundo Giraldeili e Almeida (2008), um texto é um eficaz mediador de conhecimento, fornecendo

instruções, provocando reflexões e modificando representações, entretanto, como alertam Souza e Almeida (2001), o uso mecânico de um texto torna a leitura sem atrativos, portanto um uso adequado dessa ferramenta de aprendizado é essencial.

O presente trabalho ilustra um momento cristalizado e fugaz das concepções e idealizações de acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, por isso é certo que o exposto pode sofrer modificações durante a vida acadêmica, cotidiana e social dos acadêmicos participantes. Entretanto, retrata a forma como a ciência é encarada e, possivelmente, futuramente ensinada, tornando essencial a adequação de métodos de ensino e caracterização da produção científica.

É certo que a leitura deve ser um hábito estimulado durante a vida acadêmica, assim como sua utilização de forma a dinamizar e efetivar o aprendizado, tornando-se uma atividade prazerosa e estimuladora. O uso de textos históricos durante a formação de um professor, a nosso ver já que os respondentes apontaram para isso, certamente o conduzirá a utilizar esse recurso em suas futuras aulas, como fonte de ensino o que poderá proporcionar ao aluno da escola melhor compreensão da natureza da produção no meio científico.

Este trabalho, porém, só evidenciou o uso de um texto, que contempla a história de um conceito, sendo necessários outros estudos mais aprofundados sobre a utilização da leitura no aprendizado e na retificação de conceitos. Também vale destacar que existem outras formas de compreender as concepções de natureza da ciência, aqui procuramos implementar um pequeno exercício nessa direção.

Concluimos que seria interessante unir pesquisas sobre as concepções presentes em professores, assim como acompanhar novos acadêmicos ou acompanhar o estudo com os acadêmicos iniciantes participantes desta pesquisa, verificando dessa forma uma possível evolução no pensamento do acadêmico ao longo do curso. Além de diversificar a forma na busca e coleta de dados, o que oferecerá mais suporte e precisão no estudo.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. 4ª edição. Porto Alegre; Artmed, 2004.
- ANDRADE, I., B.; MARTINS, I. Discursos de professores de ciências sobre leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11(2), p. 121-151, 2006
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1ª edição. Rio de Janeiro; Contraponto, 1996.
- BARROS, M. A.; CARVALHO, A. M. P. A História da Ciência iluminando o ensino de visão. **Ciência & Educação**, v.5, n.1, p. 83-94, 1998.
- BRANDI, A., T., E.; GURGEL, C. M., A. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência & Educação**, v.8, n.1, p.113 -125, 2002.
- CHALMERS, A. F. **O que é a ciência afinal?** 2ª edição. São Paulo; Brasiliense S.A., 1997.
- GIRALDELLI, C. G. C. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando o ensino das ciências. **Ensaio**, v.10, n.1, p. 1-19, junho 2008.
- GRECA, I. M.; FREIRE Jr., O. A “Crítica forte” da ciência e implicações para a educação em Ciências. **Ciência & Educação**, v.10, n.3, p.343-361, 2004
- HIGA, I.; HOSOUBE, Y. Visões de professores sobre a Natureza da Ciência: relação modelo e realidade. IN: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, 9, 2004, Jaboticatuvás.
- HIGA, I. Visões de professores sobre ciência: elementos para repensar os cursos de licenciatura em física. **Tese** (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo – FE/USP, 2005
- KRAMER, S. Leitura e escrita de professores: Da prática de pesquisa à prática de formação. **Revista Brasileira de Educação**, n.7, p. 19-41, jan/fev/mar/abr de 1998.
- LEONARDI, R. M. P. Leitura: momento de reflexão e posicionamento. **Educere-Revista da Educação**, v.5, n.2, p. 81-92, jan/jun de 2005.
- LONGHINI, M. D.; NARDI, R. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a História da Ciência e pesquisas na área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.26, n.1, p.7-23, abril 2009.
- LOPES, A. R. C. Bachelard: O filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.**, v.13, n3, p. 248-273, dezembro 1996.

MACHADO, R. **Ciência e Saber**: a trajetória de arqueologia de Foucault. 2ª edição. Rio de Janeiro; Graal, 1988.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Ensaio**, v.9, n.2, p. 112-131, dezembro 2007.

MARTINS, L. A. P. A História da Ciência e o ensino de Biologia. **Ciência e Ensino**, n.5, p. 18-21, dezembro de 1998.

MELLO, A. C. S.; PEDUZZI, L. O. Q. Contribuições da epistemologia Bachelardiana no estudo da história da óptica. **Ciência & Educação**, v.13, n.1, p.99-126, 2007

MORTIMER, E. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte. Ed UFMG, 2000

OSTERMANN, F. A Epistemologia de Kuhn. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n3, p. 184-196, dezembro 1996.

PAIVA, R. **Gastón Bachelard**: a imaginação na ciência, na poética e na sociologia. 1ª edição. São Paulo; Annablume, 2005.

PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p.157-181, 2007.

SILVA, C. P.; FIGUEIROA, S. F. M.; NEWERLA, V. B.; MENDES, M. I. P. Subsídios para o uso da História das Ciências no Ensino: exemplos extraídos das geociências. **Ciência & Educação**, v.14, n.3, p. 497-517, 2008.

SILVEIRA, F.; L. A filosofia da ciência de Karl Popper: O racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13, n.3, p. 197-218, dezembro 1996.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leituras na mediação escolar em aulas de Ciências: A fotossíntese em textos originais de cientistas. **Pro-posições**, v.12, n.1, p. 110-125, março 2001.

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.

SOUZA, S. C.; NASCIMENTO, T. G. Um diálogo com as histórias de leituras de futuros professores de Ciências. **Pro-posições**, v.17, n.1, p. 105-116, jan./abr. 2006.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE Jr., O. Concepções de estudantes de Física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem

contextual do Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n.3, p.111-123, 2001.

TEIXEIRA, F. M. Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das Ciências Naturais. **Ensaio**, v.8, n.2, p 121-131, dezembro 2006.

ANEXOS

ANEXO 1- TEXTO HISTÓRICO

Fotossíntese: a história da construção de um conhecimento.

Adaptado de Suzani Cassiani

A fotossíntese

Quando olhamos ao nosso redor, ficamos tentados a pensar que as coisas sempre foram da maneira como as conhecemos, ou seja, quase nunca refletimos de onde vêm os materiais utilizados para a produção dos objetos ou como eles foram construídos. Podemos supor que a confecção de cada objeto pode ter sido uma sucessão de erros ou aprimoramentos que certamente fogem de nossa percepção cotidiana.

Como os objetos, a ciência também faz parte da história, principalmente se a consideramos uma construção humana do conhecimento sobre a natureza, ou seja, se pensarmos que o conhecimento foi sendo construído pelo homem, tendo como objeto de estudo a natureza.

Para ter uma idéia de como a ciência pode se desenvolver, iniciaremos a explicação da fotossíntese seguindo os passos e rumos que as pessoas que fizeram ciência seguiram até os dias de hoje e estudaremos como esse fenômeno é entendido atualmente, mesmo que seja apenas uma parcela desse complexo conhecimento.

3 - A planta se “alimenta” do solo?

Aristóteles e outros filósofos gregos que viveram por volta de 335 a.C. entre tantas indagações, consideravam que o alimento produzido pela planta era retirado diretamente do solo. Como as plantas crescem no solo, é fácil concluir, “grosso modo”, que o material que a compõe seja totalmente retirado dele.

Somente cerca de 300 anos atrás, Johan Baptista van Helmont (1577-1644), realizou um experimento bem interessante, cujo resultado fez cair por “terra” a hipótese da alimentação da planta ser feita pelo solo. Em suas próprias palavras:

“Tomei um vaso de barro, no qual coloquei 100 quilogramas de terra que havia secado em um forno e que umedecei com água de chuva e ali plantei o caule de um salgueiro que pesava dois quilogramas e meio. E eis que, passados cinco anos, a árvore que ali se originou pesava cerca de 80 quilogramas. Quando era necessário, eu sempre umedecia o vaso de barro com água de chuva ou água destilada, e o vaso era grande e estava implantado na terra. Para que a poeira levada pelo vento não se misturasse à terra do vaso, cobri-lhe a abertura com uma placa de ferro revestida de estanho e com múltiplas perfurações. Não computei o peso das folhas que caíram em quatro outonos. Por fim, tornei a secar a terra do vaso e ali encontrei os mesmos 100 quilogramas, com alguns gramas a menos. Portanto, 80 quilogramas de madeira, cortiça e raízes, surgiram unicamente a partir da água⁵⁷.”
Johan Baptiste van Helmont (1662, p. 109).



Fig. 3 - Peso da terra no primeiro vaso = 100 kg – Peso inicial da árvore = 2,5 kg

Após cinco anos, van Helmont constatou:

Peso da terra = 90,8 kg – Peso da árvore = 77,1 kg (Fig. extraída de Baker, 1952, p.11)

De suas observações, van Helmont concluiu que toda madeira formada havia se originado da água. Essa conclusão não o surpreendeu, pois ele se baseava na noção de “Transmutação”, cuja idéia apresentava uma remota origem nos gregos, os quais consideravam que toda a matéria era formada por um tipo de substância (ou a mistura de poucas), traduzida em diferentes formas. Então não era difícil para van Helmont concluir que a água havia se “transmutado” em madeira.

Seguindo esse mesmo raciocínio, muitos investigadores confirmaram essa idéia, entre eles Robert Boyle (1627-1691), sobre o qual van Helmont exercia considerável influência através de seus trabalhos.

Porém, apesar de a água ter importante papel no desenvolvimento das plantas, van Helmont se equivocou ao concluir que, a matéria vegetal (responsável pela diferença de peso) tinha sido proveniente unicamente da água.

4 - A água se transforma em madeira?

John Woodward, físico e professor da Cambridge University durante a década de 1690, questionou a conclusão de van Helmont. Ele afirmava que mesmo a água mais clara estava longe de ser pura. Em seus experimentos, utilizou-se de diferentes tipos de plantas colocadas em água de fontes, de chuva, de torneira, de solo de jardim, etc, e concluiu que a água seria somente um veículo para a matéria terrestre que formava os vegetais.

Além disso, nas últimas décadas do século XVII com o desenvolvimento do microscópio e seu emprego nas ciências naturais, algumas pessoas passaram a observar pequenas aberturas nas folhas dos vegetais. Em especial Nehemiah Grew (1641-1680) atinou para uma função que até então não havia ainda se pensado: seria possível que as aberturas (estômatos) permitissem o intercâmbio de substâncias entre o vegetal e a atmosfera? Nessa época ele escreveu:

“Mas como as peles dos animais, especialmente em algumas partes, são feitas com certos poros abertos ou orifícios, cada qual para a recepção ou eliminação de algo para o benefício do corpo, então igualmente as peles de grande parte das plantas são formadas por vários orifícios ou passaportes, cada qual para uma melhor avolação (“evaporação”) de seiva supérflua ou de entrada de ar.” Nehemiah Grew (1676, p. 153)

Quase que simultaneamente a Grew, outro investigador – que ficou famoso pelo uso do microscópio herdado de Galileu – foi o italiano Marcello Malpighi (1628-1640), que chegou às mesmas conclusões de Grew. Essas idéias levaram Woodward a concluir que “a grande maioria da Massa Fluida [solução aquosa] é assim aspirada e conduzida através de seus poros [estômatos] e exalada para a Atmosfera”, estabelecendo, dessa forma, as primeiras idéias entre a ocorrência de uma interação entre a planta e a atmosfera.

5 - Tem mais “coisa” no ar

Depois de quase 50 anos, o clérigo inglês Stephen Hales (1677-1761) interessou-se pelo problema e continuou realizando suas pesquisas com gases obtidos através da decomposição de vegetais e do calor. Um experimento bastante interessante pode ser observado, para acompanhar esta forma de pensar:

“Há alguma razão para se suspeitar que as folhas e caules dos vegetais absorvem ar elástico, com base no seguinte experimento: coloquei uma planta de hortelã-pimenta bem enraizada em um recipiente de vidro cheio de terra e depois o enchi de água até a borda; sobre esse recipiente coloquei uma campânula de vidro invertida zz, aa [...], sendo a água aspirada para cima através de um sifão para aa. Ao mesmo tempo, coloquei também outra campânula de vidro zz, aa de tamanho igual ao da anterior, mas sem a planta.” Stephen Hales (1727)

O segundo vidro citado por ele era o controle. O uso do controle levou-o a perceber quais as alterações que eram decorrentes da planta e quais eram decorrentes de outros fatores, tais como a pressão atmosférica, cujas diferenças passaram a ser perceptíveis, quando utilizou dois frascos.

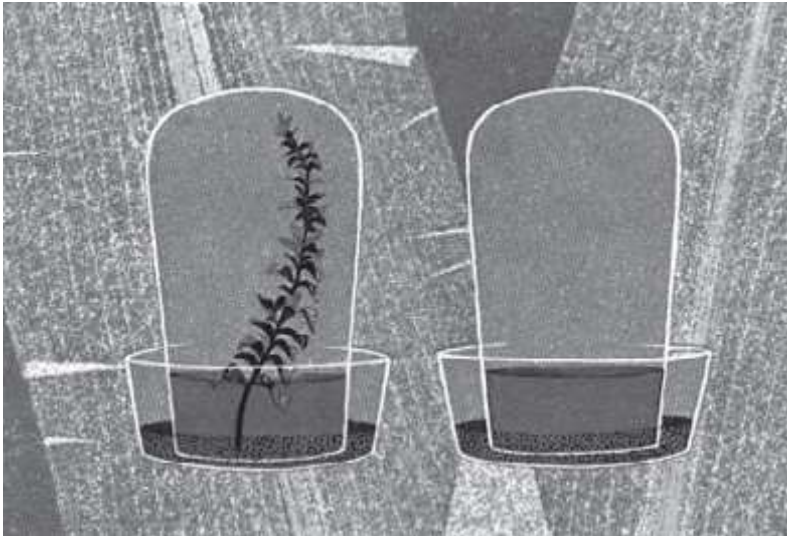


Fig. 6 – Experimento de Hales, cujos resultados iniciaram as suspeitas de que o ar participasse do processo de crescimento das plantas. (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 16)

Além disso, ao colocar uma nova planta no mesmo frasco da planta original, observou que ela havia morrido em cinco dias e a partir daí pôde concluir que as plantas interagem com a atmosfera e afetavam as suas condições.

Através desse experimento, além de muitos outros realizados, Hales concluiu que as plantas retiravam “algo” do ar, alterando sua composição, embora não soubesse em que consistia essa alteração. Apesar das evidências e conclusões encontradas sobre o papel das plantas na atmosfera, por Hales e por outros investigadores, muitos outros ainda permaneceram bastante influenciados pelos resultados obtidos por Helmont, sobre o experimento da transmutação da água em madeira, mas sem dúvida esse foi mais um passo em direção a um maior conhecimento sobre a fotossíntese.

6 - Quem repara os “danos” causados pelos animais na atmosfera?

Em 1770, o pastor inglês Joseph Priestley (1733-1804) deu mais um passo adiante. Como químico, Priestley também se interessava pela investigação dos gases envolvidos na vida vegetal. Através de experimentos (Fig. 5), compreendeu que velas acesas e animais “prejudicavam” o ar:

“A quantidade de ar de que até uma chama necessita é prodigiosa. Diz-se geralmente que uma vela comum consome, por assim dizer, cerca de quatro litros e meio de ar em um minuto. Considerando esse admirável consumo de ar, por fogo de todos os tipos, vulcões, etc., vem a se constituir em importantes objetos de indagação filosófica, que alterações são produzidas na constituição do ar pelas chamas e a descoberta de que medidas são tomadas pela natureza para reparar os danos que a atmosfera recebe por esse meio”. Joseph Priestley (1772)

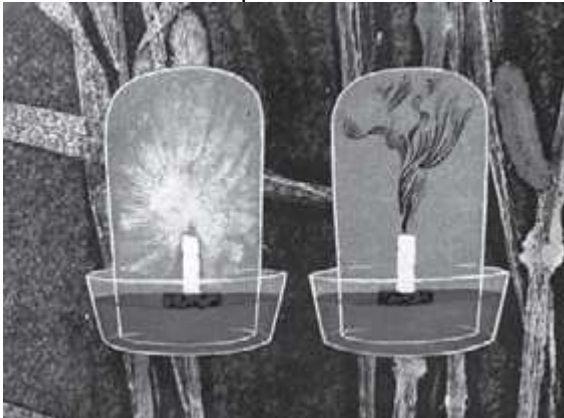


Fig. 7 – Experimento de Priestley (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 18)

Um ambiente sem oxigênio, produzido pela respiração de ratos ou a queima de velas, ou mesmo com materiais em putrefação tais como ratos mortos, era chamado por Priestley de “ar viciado”. Ambientes com a presença de oxigênio, ele chamava de “ar restaurado”. Pensava em hipóteses que pudessem

dar conta da “restauração do ar” na natureza. Para ele, não poderia existir vida por muito tempo se não existisse essa função de restauração. Então, segundo ele mesmo descreve, “acidentalmente” fez uma descoberta importante:

“Gabo-me de haver acidentalmente atinado com um método de restauração do ar que tenha sido danificado pela combustão de velas, e de descobrir pelo menos um dos restauradores que a natureza utiliza para essa finalidade. É a vegetação... De que maneira esse processo opera na natureza, para conseguir tão notável efeito, não pretendo ter descoberto.” Joseph Priestley (1772)

“Quando animais morrem por serem colocados com outros animais que haviam morrido, antes disso respirando tanto quanto poderiam, é evidente que a causa de sua morte não é o efeito de algum *pabulum vitae*, como tem sido suposto estar contido no ar, mas sim por conta do ar ter sido impregnado com algo estimulando de seus pulmões, pois eles quase sempre morrem em convulsões e são algumas vezes afetados tão repentinamente que são irrecuperáveis depois de uma simples inspiração, embora eles sejam retirados imediatamente e todo método tenha sido dado para trazê-los de volta à vida”. (Joseph Priestley)

Priestley relata, nesse trecho, que os ratos morriam repentinamente, depois de certo tempo respirando normalmente. O fato deste comportamento ser diferente de um estado de morrer de fome, onde as energias vão sendo perdidas aos poucos, levou o investigador a considerar que havia uma interação entre o que saía dos pulmões do rato e o ambiente externo. Era como se algo os tivesse envenenado.



Fig.10– Rato vivo com planta e morto sem a planta (Fig. extraída de Baker, 1952, p. 30)

É claro que Priestley não chegou a descobrir todo o processo, mas a sua conclusão de que as plantas revertiam os efeitos da respiração “deflogisticando o ar”, foi um passo a mais na construção do conhecimento científico sobre fotossíntese. Na época, suas conclusões foram recebidas com severas críticas por outros pesquisadores, que não conseguiam obter os mesmos resultados, talvez por não levarem em conta as mesmas variáveis dos experimentos de Priestley, ou por, realizarem seus experimentos em locais escuros.

7 - As plantas também respiram...

O médico holandês Jan Ingen-Housz (1730-1799) viu o significado dos efeitos dos vegetais na atmosfera, em escala planetária e foi o primeiro a apontar que as plantas absorviam a água e CO₂, utilizando a energia da luz e, através desse processo, formavam seus tecidos respirando o oxigênio. Além disso, Ingen-Housz notou que somente as partes verdes das plantas realizavam essa função (o processo fotossintético), ou seja, as folhas e os caules verdes:

No início dessa discussão, Priestley foi resistente e fez comentários irônicos sobre a matéria verde fazer fotossíntese. Observemos uma passagem de Priestley, criticando Ingen-Housz:

“A idéia do Dr. Ingen-Housz de que a origem dessa matéria vegetal, como ele mesmo permite dizer, é mais extraordinária, considerando quanto tempo a doutrina do equívoco ou a Geração Espontânea tem sido explodida. (...). Mas a mudança de água em uma planta organizada é algo de natureza bem diferente dessa idéia”. Joseph Priestley (1779)

Apesar de ser um equívoco achar que a matéria verde era produzida na água, a descoberta de Ingen-Housz sobre as partes verdes da planta fazerem fotossíntese foi muito importante do ponto de vista do

desenvolvimento do conceito. Esse resultado contribuiu para o que se sabe hoje sobre a função do cloroplasto.

8 - Com essas conclusões outras perguntas aparecem...

O cientista francês M. Berthollet (1748-1822) postulava que o gás oxigênio provinha das moléculas de água absorvidas pela planta. Sua hipótese se baseava num experimento. Ele cultivou plantas em um meio que não continha hidrogênio e, ao analisar as substâncias que compõem o vegetal, concluiu que a presença de hidrogênio nas moléculas constituintes da planta só poderia ser explicada se o oxigênio viesse da água.

Porém outro francês, Jean Senebier (1742-1809), discordava dessa conclusão e por sua vez postulava que o oxigênio provinha do CO₂. Para refutar a hipótese de Berthollet, Senebier raciocinou que se o gás oxigênio viesse das moléculas de água, então as folhas deveriam eliminar oxigênio quando imersas na água, e realizou o seguinte experimento:

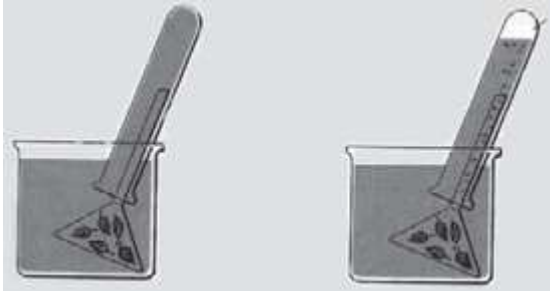


Fig. 12 – A primeira experiência de Senebier. A) Folhas imersas na água sem gás carbônico não liberam oxigênio. B) Folhas imersas em água com gás carbônico liberam oxigênio. (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 187)

Conforme esperava, num meio onde não houvesse CO₂, as plantas não eliminavam oxigênio. Por outro lado, segundo ele, quanto mais CO₂ fosse fornecido à planta, maior seria a produção de oxigênio. Desse resultado ele concluiu que o oxigênio era proveniente do gás carbônico. Porém, para eliminar mais dúvidas, ele colocou folhas e executou outro experimento:

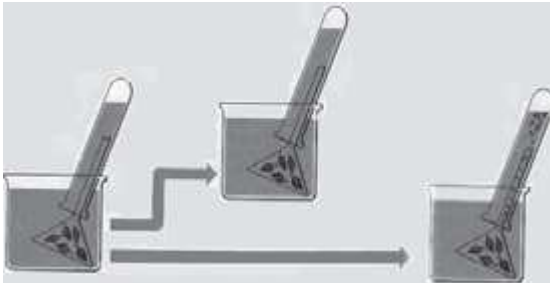


Fig. 13 – Outra experiência de Senebier. A) As folhas param de liberar oxigênio depois de um determinado tempo. B) Apesar de folhas frescas, não há liberação de oxigênio quando elas são colocadas na mesma água do recipiente. C) Quando água é trocada, começa a liberação de oxigênio. (Fig. extraída de Baker & Allen, 1975, p. 188).

Qual dos dois estaria com a razão: Berthollet, ao afirmar que o gás oxigênio era produzido a partir da água ou Senebier, que afirmava ser a produção a partir do CO₂?

Nessa fase, outro investigador entrou na disputa: Nicola Theodore de Saussure (1767-1845). Ele não se contentava em saber apenas o que acontecia, mas também se interessava pelas quantidades e em encontrar formas de mensurar os fenômenos. Por exemplo, contradizendo o que dizia Senebier, descobriu que o excesso de CO₂ podia levar a planta à morte. Ao demonstrar que as plantas cultivadas em atmosfera confinada não eram capazes de aumentar seu conteúdo de carbono em quantidades significativas, Saussure concluiu que o processo da fotossíntese resultava da degradação do CO₂, de certa forma apoiando equivocadamente a hipótese de Senebier a qual havia questionado.

Porém, nenhum dos três ficou sabendo naquela época qual deles tinha razão sobre a origem do oxigênio. Somente um século depois é que o problema foi resolvido.

9 - Será que Aristóteles estava com a razão?

Apesar de as conclusões de van Helmont basearem-se na transmutação da água em madeira, estabelecendo que a água era principal "alimento" da planta, havia também a constatação de que

alguns gramas de solo teriam sido utilizados. Woodward, por sua vez, contrariou van Helmont realizando experimentos que demonstravam que plantas regadas com água misturada ao solo se desenvolviam muito melhor.

Saussure resgatou esses experimentos, depois de mais ou menos 100 anos de forma mais sistemática e descobriu que as plantas cresciam consideravelmente com a presença de nitrato adicionado à água. Então uma questão ainda persistia: Aristóteles estaria certo ao afirmar que o solo era o alimento da planta?

Em 1860, o alemão Julius Sachs recuperou alguns dados de Woodward. Colocou brotos de feijão, milho e trigo sarraceno em jarras de vidro, com a seguinte solução: Água destilada 1.000 cm³; Nitrato de potássio 1,0 g; Cloreto de sódio 0,5 g; Sulfato de sódio 0,5 g; Sulfato de magnésio 0,5 g; Fosfato de cálcio 0,5 g

Em outros vasos, colocou somente água destilada. Como resultado, Sachs observou um bom desenvolvimento das plantas tratadas com a solução descrita. Porém as terceiras ou quartas folhas que surgiram dessa mesma planta eram brancas e, observando-as ao microscópio, notou a ausência de cloroplastos. Concluiu que apesar da presença de vários agentes químicos na solução, alguns deveriam estar faltando. Ao colocar algumas gotas de cloreto de ferro, percebeu que as folhas voltaram a sua coloração normal, concluindo assim que o ferro poderia ser um importante agente na síntese da clorofila. Nessa mesma linha de pesquisa, Sachs e outros investigadores estabeleceram outros elementos necessários à planta, tais como Fósforo, Nitrogênio, Potássio, Enxofre, Cálcio, Ferro, Magnésio, etc.

Por outro lado, por volta de 1920, com o advento de técnicas mais apropriadas para esse estudo, descobriu-se que por mais “puros” que fossem os produtos químicos utilizados, ainda assim continham traços de outros elementos. Mesmo nos frascos dos vidros, algumas substâncias poderiam ser desprezadas e até foi questionada a contaminação da água destilada nos aparelhos de destilação. Surgiu, portanto a evidência conclusiva de que as plantas necessitam de diminutas quantidades de elementos, tais como Boro, Cobre, Zinco e Molibidênio. Mais recentemente soubemos também sobre a importância do Cloro, Cobalto, Vanádio e Sódio.

10 - O conhecimento científico é uma sucessão de erros e acertos?

Em 1941, pesquisadores da Universidade da Califórnia realizaram um experimento vital para o conhecimento do fenômeno. Ao utilizarem uma água marcada com o isótopo O¹⁸ presente na água, em lugar do O¹⁶, puderam elaborar a seguinte hipótese: Se o O¹⁸ aparecer nas moléculas de oxigênio (O₂) liberado pela fotossíntese na *Chlorella*, então poderiam provar que realmente o oxigênio produzido viria da água; caso contrário, a hipótese estaria equivocada.

Os resultados foram conclusivos: o oxigênio estava marcado com O¹⁸. Porém, para que não houvesse dúvida, resolveram também fazer o contrário. Dessa vez, marcaram o CO₂ com o O¹⁸ e este último não apareceu no oxigênio resultante, mas sim nos carboidratos, não restando dúvidas quanto ao destino da água na produção do oxigênio atmosférico, demonstrando também que os átomos utilizados para constituir as moléculas dos carboidratos vêm do CO₂ e do hidrogênio da água.

12- “Iluminando” o fenômeno

Um dos primeiros cientistas a se preocupar com a influência da luz no fenômeno da fotossíntese foi o alemão T. W. Engelmann, o qual provou que a clorofila absorve determinados comprimentos da luz branca. Em 1881, utilizando-se de uma alga (a *Cladophora*) e bactérias aeróbias que procuram altas concentrações de oxigênio, pôde constatar que, através da decomposição da luz por um prisma, incidida em um pequeno filamento da alga, havia maior concentração (vermelha, azul e violeta) ou menor concentração (laranja, amarelo e verde) de bactérias, dependendo das cores do espectro. Quando a fotossíntese na alga *Cladophora* era mais intensa, havia maior concentração de bactérias, resultando uma maior produção de oxigênio em determinadas faixas do espectro. Isso evidenciou que a fotossíntese possuía um “espectro de ação”, ou seja, os diferentes comprimentos de onda da luz branca eram absorvidos, refletidos ou transmitidos de forma diferente.

Também no início do século XX, F. F. Blackman mediu a produção de O₂ de uma planta aquática denominada *Anacharis densa*, mediante a sua exposição às várias “intensidades luminosas”. Verificou que muito ao contrário do que se pensava ou se pensa até hoje, a eliminação de O₂ depende diretamente da intensidade da luz somente dentro de uma faixa limitada, ou seja, aumentos na intensidade da luz não resultam em aumento progressivo do oxigênio produzido. E o contrário também pode ocorrer, quando a diminuição da luz chega a zero, a taxa de O₂ diminui ou cessa por completo.

13. ATP mais um enigma para ser decifrado

Em 1929 o ATP foi descrito por Karl Lohmann, porém seu papel como fonte de energia ainda não era claro. E em 1944-45 R.L. Emerson postulou um papel fundamental para a ATP durante a fotossíntese baseado em experimentos com *Chlorella*: "A única função da energia luminosa na fotossíntese é a formação de energia, rica em fosfato." Porém, esta proposta foi fortemente contestada por Rabinowitch em 1945, que declarou a idéia inadequadamente suportada e ainda teoricamente mórbida: "Que bom pode ser servido, convertendo luz quanta (mesmo os de luz vermelha, que ascendem a cerca de 43 kcal por Einstein) em fosfato quanta de apenas 10 kcal por mol? Isto parece ter início na direção errada - ao invés de dissipação para acumulação de energia." Em 1941, Fritz A. Lipmann propôs que o ATP era uma molécula de transferência de energia. E entre 1948 e 1952 foram realizadas diversas pesquisas com o intuito de desvendar o local de formação do ATP na célula vegetal. As primeiras experiências de Aronoff e Calvin (1948) com ³²P (técnica utilizada para testar a capacidade de isolados de cloroplastos para formar ATP) deram resultados negativos, contradizendo as hipóteses de Rubens e Emerson. Assim o modelo mais plausível para a formação de ATP na fotossíntese se tornou uma colaboração prevista entre cloroplastos e mitocôndrias. Cloroplastos teriam que reduzir fotoquimicamente NAD + e mitocôndrias teriam que reduzir o produto do cloroplasto com o oxigênio e formar ATP através da fosforilação oxidativa, de acordo com o modelo de Vishniac e Ochoa (1952). Mas este modelo também possuía um grave problema fisiológico em saturação de luz, podendo proceder a uma velocidade quase 30 vezes maior que a taxa de respiração. Era difícil ver, portanto, o modo como os mecanismos respiratórios das mitocôndrias poderiam lidar com a exigência em ATP fotossíntese. Com tantas lacunas a serem preenchidas Rabinowitch em 1953 concluiu que "a tarefa de separar isso [fotossíntese] de outros processos na vida da célula e analisá-los em suas reações químicas essenciais provou ser mais difícil do que era previsto. O processo fotossintético como alguns outros grupos de reações em células vivas parece estar vinculada à estrutura da célula. Ele não pode ser repetido fora dessa estrutura."

ANEXO 2- QUESTIONÁRIO 1:

- 1) Escreva sobre seus hábitos de leitura (você gosta de ler? o que você lê?)
- 2) Entrar no curso de Biologia mudou algo em seus hábitos de leitura? (O que? Por que?)
- 3) Escreva que você sabe sobre o conceito FOTOSÍNTESE?
- 4) Você conhece algum experimento realizado por algum cientista no estudo da fotossíntese?
- 5) Como você acha que os cientistas chegam a um conceito?
- 6) Em muitos textos a gente lê que Watson e Crick “**descobriram**” a estrutura da molécula de DNA. Descobrir é igual ou diferente de inventar? O que significa, pra você “inventar”? E “descobrir”?
- 7) Você conhece alguns modelos em Biologia, por exemplo o modelo de dupla hélice para a estrutura do DNA. O que são os modelos?
- 8) Você deve ter observado que as concepções que temos sobre as coisas mudam ao longo do tempo (veja o exemplo da concepção geocêntrica que era usada para explicar o universo, superada pelo heliocentrismo).
 - a) Porque ocorrem estas mudanças na ciência?
 - b) Haverá um dia (bem distante, talvez) alguma explicação tão boa que não mude mais?
 - c) Você acha que é possível chegarmos a uma explicação que irá descrever as coisas como elas realmente são?

.....
Concordo em participar da pesquisa **CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA DOS ALUNOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UFPR: ESTUDO A PARTIR DA LEITURA DE UM TEXTO HISTÓRICO**, sabendo que as informações fornecidas nesse questionário serão utilizadas mas minha identidade será preservada. Curitiba, 08/abril/2009

Assinatura:.....

ANEXO 3- QUESTIONÁRIO 2

- 1) O texto “Fotossíntese: a história da construção de um conhecimento.” De Suzani Cassiani, contribuiu para reformulação/atualização do conceito fotossíntese que você possuía? O texto acrescentou algum conhecimento novo?
- 2) O texto apresenta alguns exemplos de controvérsias entre os cientistas na formulação do conhecimento sobre a fotossíntese, você acredita que essas divergências contribuem para a ciência?
- 3) Você acredita que a leitura do texto Fotossíntese foi importante para a sua formação quanto biólogo e professor?