



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE TEORIAS DO ENSINO E PRÁTICAS EDUCACIONAIS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DAYANA EFFGEN FANTINATO
TATIANE APARECIDA ZORZAL

ESTUDO DE ENUNCIADOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS
TEMAS FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO CELULAR EM UMA ESCOLA DE
VITÓRIA/ES

Vitória
2015

DAYANA EFFGEN FANTINATO
TATIANE APARECIDA ZORZAL

ESTUDO DE ENUNCIADOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS
TEMAS FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO CELULAR EM UMA ESCOLA DE
VITÓRIA/ES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Educação
como requisito parcial para obtenção
do grau de Licenciatura em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Dr^a. Patrícia Silveira da
Silva Trazzi

Vitória
2015

DAYANA EFFGEN FANTINATO
TATIANE APARECIDA ZORZAL

ESTUDO DE ENUNCIADOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE OS
TEMAS FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO CELULAR EM UMA ESCOLA DE
VITÓRIA/ES

Monografia apresentada ao Departamento de Teoria de Ensino e Práticas Educacionais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof^a Dr^a Patrícia Silveira da Silva Trazzi

Prof^a Dr^a Junia Freguglia Machado Garcia

Prof^a Dr^a Mirian do Amaral Jonis Silva

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por nos guiar para concluirmos mais esta etapa de nossas vidas.

A nossa orientadora Patrícia por ter aceitado o convite e o desafio de nos orientar, pela atenção a nós destinada, pela preocupação, compromisso e pelo aprendizado.

As professoras Júnia e Míriam por gentilmente terem aceitado participarem da banca examinadora para contribuírem com o nosso trabalho.

Os dados produzidos com esta pesquisa foram apresentados em forma de artigo científico para publicação, o qual está sendo apresentado de acordo com as normas da Revista Ensaio.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Questionário de levantamento de hipóteses dos alunos (Fonte: Trazzi, 2015).....**20**

FIGURA 2: Questões que foram abordadas em atividades avaliativas junto aos alunos (fonte: Trazzi, 2015).....**21**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
UMA REVISÃO DA LITERATURA ACERCA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS QUE PERMEIAM OS TEMAS FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO CELULAR	12
OBJETIVO GERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
METODOLOGIA DA PESQUISA.....	17
CONTEXTO DA ESCOLA	17
CARACTERIZAÇÃO DA TURMA DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO	18
DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PESQUISA	18
ANÁLISES DE DADOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXO.....	35

**ESTUDO DE ENUNCIADOS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE
OS TEMAS FOTOSSÍNTESE E RESPIRAÇÃO CELULAR EM UMA ESCOLA
DE VITÓRIA/ES¹**

Tatiane Aparecida Zorzal³, Dayana Effgen Fantinato, Patrícia Silveira da Silva Trazzi²

1- Monografia de D. E. Fantinato e T.A. Zorzal apresentada na Universidade Federal do Espírito Santo.

2- Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais, Laboratório de Educação em Ciências, 29075-910, Vitória, ES.

3- Autor para correspondência: tatianezorzal@gmail.com

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo investigar enunciados de estudantes sobre os temas fotossíntese e respiração celular a partir de dados oriundos de pesquisa realizada durante o ano de 2013. Foram analisados questionários e provas escritas dos alunos de uma das nove turmas pesquisadas por Trazzi (2105). Os resultados das análises dos questionários revelaram que os alunos possuem concepções alternativas que também foram encontradas por outros autores em seus estudos. Pelas análises da prova escrita, observamos alunos que conseguiram em suas respostas articular os conceitos de fotossíntese e respiração celular, alunos que explicaram o processo da fotossíntese, mas não o conseguiram explicar de forma articulada ao processo de respiração celular e ainda aqueles que explicaram de forma muito limitada o processo da fotossíntese e não conseguiram explicar o processo da respiração celular ou mesmo estudantes que não conseguiram explicar ambos os processos. Entendemos que estudos dessa natureza indicam: (i) que é necessário que o professor reconheça a importância de considerar as hipóteses dos estudantes sobre os fenômenos a serem estudados para que possa planejar melhor o ensino; (ii) e que a apropriação de conceitos é um processo lento e gradual e que sofre a influência do processo de mediação feito pelo professor.

Palavras-chave: ciências, conceito científico, ensino aprendizagem.

Abstract: This research has as objective investigate statements from students about the themes photosynthesis and cellular respiration by data coming from a research during the year of 2013. There were analyzed questionnaires and written tests from one of nine classes researched by Trazzi (2015). The questionnaires analysis results showed that the students has alternatives conceptions that were also founded by another authors in their studies. By written tests analysis, we observed students that managed in their answers article photosynthesis and cellular respiration concepts, students that explained the photosynthesis and cellular respiration process, but not in a articulated way and then that who explained the photosynthesis and cellular respiration process or even students that did not could explain both process. We see that studies from this nature indicates: (i) that is necessary that teacher recognize the importance in considerate the students hypothesis about phenomena to being studding to plan the teaching better; (ii) and that the concepts appropriation it's a slow and progressive process and that suffer the mediation process influence by the teacher.

Keywords: sciences, scientific concept, education learning.

INTRODUÇÃO

É de nosso entendimento que crianças, adolescentes ou até mesmo adultos, trazem consigo idéias com as quais interpretam o mundo que se podem revelar altamente resistentes a novas aprendizagens (PFUNDT E DUIT, 1991; CARMICHAEL et al., 1990). Essas idéias, designadas por concepções alternativas, são construídas pelos próprios alunos através de experiências diárias do foro informal - sensorial, linguístico, cultural - ou formal, e divergem dos conceitos aceitos pela comunidade científica (KÖSE, 2008). Concepções alternativas são explicações para um determinado fenômeno ou conceito que não estão de acordo com o conhecimento científico, sendo caracterizadas por serem persistentes, mesmo após os devidos esclarecimentos. Essas concepções acabam se tornando obstáculos ao processo de ensino e aprendizagem, desde a educação básica até a pós-graduação (TORRES, 2013).

Existem mais de 200 estudos relacionados a concepções alternativas dos alunos em temas da área de Biologia (WANDERSEE et al., 1985). Entre eles, diversos trabalhos mostram a dificuldade no ensino da fotossíntese devido a inúmeras concepções dos estudantes, diferentes das aceitas pela comunidade científica (SIMPSON e ARNOLD, 1982; WANDERSEE, 1985; HASLAM, 1987; EISEN; STAVY, 1987; SIMPSON e MAREK, 1988; LUMPE e STAVER, 1995). Algumas dessas concepções dificultam a compreensão da importância da fotossíntese como um processo de síntese de alimento, além do não entendimento do como e por que a água, o ar e a luz do sol são utilizados nessa síntese (LUMPE e STAVER, 1995).

O termo fotossíntese, significa “síntese utilizando luz”, onde organismos fotossintetizantes se utilizam da energia solar que dirige a síntese de síntese de carboidratos e água com a liberação de oxigênio (Equação geral: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$). Já a respiração celular é o processo biológico pelo qual compostos orgânicos são mobilizados e consequentemente oxidados de maneira controlada, a energia livre é armazenada em um composto, ATP, o qual pode ser usado para a manutenção e desenvolvimento da planta (Reação da respiração: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{O}_2 \longrightarrow 12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O}$) (TAIZ e ZEIGER, 2004). No entanto, os alunos apresentam uma tendência de não diferenciar os processos de respiração e fotossíntese, como se a fotossíntese fosse um tipo de respiração (OLIVEIRA, 2013). Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio de Ciências da Natureza (1998) mencionam

diretamente a fotossíntese nas orientações gerais para a integração das ciências, colocando a sua importância na recepção da radiação luminosa e conservação de energia.

De acordo com Cachapuz et al. (2001), trabalhos sobre concepções alternativas são considerados um marco na emergência da Didática da Ciências, sendo, em sua maioria, direcionados para o levantamento e análises dessas concepções. Mortimer (2000) acredita que o ensino efetivo dentro da sala de aula é dependente de um elemento facilitador apresentado pelo professor, o qual propiciaria aos alunos situações sobre o conteúdo em que sejam utilizadas suas concepções alternativas. Driver (1989) enfatiza a importância do desenvolvimento de currículos de ciências que levem em consideração as ideias prévias dos alunos como ponto de partida para a formação do processo ensino-aprendizagem.

Alguns autores propõem intervenções com o intuito de correlacionar ideias e hipóteses dos alunos, advindas de seu ambiente social e cultural, com o conhecimento científico, objetivando o estabelecimento do aprendizado dentro de um sistema. Para Santos (1991), a história e a epistemologia da ciência podem fundamentar e trazer estratégias de ensino e formas de pesquisas na educação em ciências. A mudança deveria ocorrer tanto de forma progressiva, para que o aluno tenha contato com outros conceitos intermediários, quanto por rupturas, separando o conhecimento do senso comum do conhecimento científico, sem que haja uma simples substituição de um pelo outro.

Dada a importância dos temas fotossíntese e respiração celular, a relevância para a compreensão de outros temas e a presença nos documentos e diretrizes da educação, é fundamental propor estratégias que minimizem as dificuldades de ensino e aprendizagem desses temas. Sendo assim, por estarem presentes nesses temas e serem entraves ao seu aprendizado, as hipóteses dos alunos devem ser investigadas.

Uma revisão da literatura acerca das concepções alternativas que permeiam os temas de fotossíntese e respiração celular

Nesta revisão de literatura, verificamos que os temas de fotossíntese e respiração celular são considerados por diversos autores como abstratos e de difícil compreensão,

tanto para professores (IPY, 1998), quanto para estudantes de ciências (MEDEIROS, 2009; ZOMPERO; LABURÚ, 2011, 2012; SARMENTO et al, 2013).

É de nosso entendimento que crianças, adolescentes ou até mesmo adultos, trazem consigo idéias com as quais interpretam o mundo que se podem revelar altamente resistentes a novas aprendizagens (PFUNDT e DUIT, 1991; CARMICHAEL et al., 1990). Essas ideias, designadas por concepções alternativas, são construídas pelos próprios alunos através de experiências diárias do foro informal - sensorial, linguístico, cultural - ou formal, e divergem erroneamente dos conceitos aceitos pela comunidade científica (KÖSE, 2008).

As concepções que os alunos constroem são utilizadas em diferentes conotações na visão de vários autores como: ideias intuitivas (DRIVER, 1989), preconcepções (GIL-PÉREZ, 1996; FREITAS; DUARTE, 1990), ideias prévias (GIL PÉREZ, 1986; DRIVER, 1989), pré-conceitos (NOVAK, 1977; ANDERSSON, 1986), erros conceituais (LINKE; VENZ, 1979), conceitos alternativos (GILBERT, 1982), conhecimentos prévios (POZO, 1998) e por fim, concepções alternativas (SANTOS, 1998). Neste trabalho, optamos por utilizar o termo concepções alternativas, proposto por Santos (1998).

Piaget e Ausubel são considerados os dois grandes teóricos precursores do Movimento das Concepções Alternativas, apresentando alguns pontos comuns e outros divergentes, porém concordando que será o sujeito a parte atuante do processo (SANTOS, 1998). O sujeito determina, através de suas ações, a organização e a estruturação do seu conhecimento, sendo a parte ativa do processo de desenvolvimento da estrutura cognitiva. Sem a participação efetiva do sujeito, o processo de aprendizagem não ocorre, havendo apenas transmissão de conhecimentos apresentados sem vínculo com a realidade.

As concepções sobre o mundo são construídas pelos alunos a partir do seu nascimento e o acompanham também em sala de aula, onde os conceitos científicos são inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem (OLIVEIRA, 2005). No entanto, algumas dessas concepções alternativas, acabam por se alinhar com as explicações científicas fornecidas durante a formação acadêmica, enquanto outras são significativamente diferentes da ciência aprendida na escola (TEIXEIRA, 2011).

As concepções alternativas são originadas de um conjunto de experiências diversificadas, que incluem a percepção e a investigação direta, a cultura e a língua, bem como a influência da explicação dos professores, que por sua vez podem apresentar concepções alternativas próprias, e nos materiais didáticos (TEIXEIRA, 2011). Essa mesma autora ainda salienta que, muitas fontes dessas concepções alternativas, são de caráter especulativo e Pozo (1998) sugere que tais concepções são caracterizadas como construções pessoais dos alunos, que foram elaboradas de forma espontânea, com a interação desses alunos com o meio ambiente em que vivem e com as outras pessoas. Trazzi (2015) amparada numa abordagem histórico-cultural não concorda com este posicionamento porque considera que as concepções alternativas são construídas socialmente e não são propriedade do sujeito enquanto indivíduo.

Podemos dizer que muitos alunos não apenas no ensino médio, como também do ensino fundamental, chegam às salas de ciências e biologia, respectivamente, com conceitos previamente formados sobre mundo natural que não estão de acordo com o conhecimento científico. Também se pode salientar que muitos desses conceitos podem até persistir mesmo após o ensino na escola, não sendo, entretanto, caracterizado como um problema, uma vez que as concepções alternativas podem conviver com os conhecimentos científicos.

Dentro das concepções alternativas sobre diversos assuntos formados pelos alunos, estão fotossíntese e respiração celular. Como já citado anteriormente, muitos autores julgam esses temas difíceis para serem compreendidos, por isso percebe-se um grande número de concepções alternativas de estudantes acerca desses assuntos. Entre elas a visão de que o alimento das plantas vem do solo e de que as raízes fazem a absorção desses alimentos (BARKER, 1995); e ainda segundo este mesmo autor, a dificuldade de compreensão de que um gás como o gás carbônico (CO_2) e um líquido como a água (H_2O) podem juntos produzir um alimento sólido, dificulta o entendimento de que as plantas fabricam seu próprio alimento pela fotossíntese. Quando o assunto é fotossíntese a primeira fala dos alunos é de que através dela as plantas produzem seu próprio alimento, porém observa-se um não entendimento do que seria esse alimento (BARKER; CARR, 1989).

Além da dificuldade encontrada pelos alunos na compreensão do processo da fotossíntese, há também dificuldade de compreender que o produto da fotossíntese

(alimento) é metabolizado pela planta pela respiração celular e a energia produzida é utilizada pela planta para o seu desenvolvimento. Muitos alunos, segundo Souza (1995), Zago et al (2007) e Çokadar (2012) consideram a fotossíntese como um processo de respiração das plantas. Além disso, muitos alunos possuem a concepção de que respiração e fotossíntese são, respectivamente, processos noturnos e diurnos (ZAGO, et al., 2007). Essa dificuldade de distinção entre o significado de fotossíntese e respiração celular pelos alunos quando utilizados de forma científica ou no cotidiano de acordo com Seymour e Longden (1991) está na imprecisão da linguagem empregada no ensino desses temas.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio de Ciências da Natureza (1998), encontram-se entre as competências e habilidades, pontos que podem se relacionar diretamente com a necessidade de atenção para a compreensão da fotossíntese e, portanto, com as dificuldades de aprendizagem provenientes da existência de concepções alternativas sobre esse tema. Os PCNEM (1998) mencionam diretamente a fotossíntese nas orientações gerais para a integração das ciências, colocando a sua importância na recepção da radiação luminosa e conservação de energia. Dessa forma, podemos citar Waheed e Lucas (1992, p. 197):

Com base em nossa análise da fotossíntese como um conceito integrador, central no estudo dos sistemas vivos, acreditamos que deva ser dada mais atenção ao ensino das inter-relações entre conceitos específicos. [...] Acreditamos que essa integração deva ser mais extensa, incluindo as alterações ecológicas e de energia, bem como os aspectos bioquímicos e fisiológicos [...].

Dentro da sala de aula, os manuais escolares direcionam a atividade dos professores, se caracterizando, na maioria das vezes, como a principal fonte de acesso à Ciência para os alunos (SANTOS, 1991). De acordo com pesquisas realizadas na última década sobre concepções alternativas, as hipóteses carregadas pelos alunos devem ser levadas em consideração pelos professores durante o processo de ensino e aprendizagem. Pozo (1998) acredita que, através do uso de concepções alternativas dentro da sala de aula, possa existir organização e promoção de sentido a várias situações de ensino e conteúdo a serem ministrados. Uma vez que o mais importante no

processo de ensino e aprendizagem seja as etapas de construção do conhecimento percorridas por professores e alunos, o professor poderia propiciar aos alunos situações sobre o conteúdo em que estejam presentes as concepções alternativas (MORTIMER, 2000).

É possível que a diferença entre a linguagem científica adotada por professores e a linguagem comum cotidiana dos alunos explique o distanciamento que se tem observado nas relações entre as concepções alternativas dos alunos e aparente falta de coerência destes quando em situações problemáticas de Ciências (OSBORNE, 1982; VIENNOT, 1979). Uma aproximação entre essas duas linguagens poderia ser considerada satisfatória no quesito ensino-aprendizagem. Trazzi (2015) defende que uma ação mediada intencional e organizada em sala de aula que considere as hipóteses dos estudantes sobre os fenômenos, é geradora de um ensino que possibilita aos estudantes se apropriar dos conceitos próprios da linguagem científica, sendo um fator para que se alcance melhores resultados no processo ensino aprendizagem.

Assim, esta investigação se propõe a realizar uma análise de uma parte dos documentos (questionários e provas escritas) produzidos durante a pesquisa realizada por Trazzi (2015) para compreender os enunciados escritos de alunos de uma outra turma da escola que não foi analisada por Trazzi (2015), com relação aos conceitos de fotossíntese e respiração celular.

OBJETIVO GERAL

Investigar os enunciados escritos por alunos da 1ª série do ensino médio acerca de duas situações problema experimentais que envolveram levantamento de hipóteses dos estudantes sobre os temas fotossíntese e respiração celular e analisar os enunciados escritos de uma prova após um processo de intervenção pedagógica realizado em uma escola de ensino médio do município de Vitória/ES.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Identificar as hipóteses dos estudantes com base em um questionário de dois experimentos sobre fotossíntese e respiração celular;

- ii) Analisar os enunciados escritos de um questionário e de uma prova sobre uma das situações do experimento;
- iii) Relacionar a compreensão dos alunos acerca dos processos pertinentes aos conceitos de fotossíntese e respiração celular.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa possui natureza qualitativa e se constitui em uma análise de documentos produzidos durante a pesquisa de doutorado de Trazzi (2015). Esses documentos são questionários e provas escritas aplicadas a uma turma de 1ª série de ensino médio de uma escola estadual pública do município de Vitória, ES.

Contexto da Escola

Trazzi (2015) realizou sua pesquisa em uma escola estadual de ensino médio do município de Vitória, Espírito Santo, Brasil. Segundo a autora, esta escola é uma das escolas estaduais com o melhor desempenho no Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (Paebes), inclusive na disciplina de biologia. A escola está situada em bairro de classe média alta e recebe alunos dos bairros periféricos; a grande maioria deles pertence às classes populares.

Contudo, Trazzi (2015) relata que o desempenho da escola não motivou a sua escolha para a realização da pesquisa. O que contribuiu para a escolha da escola foi a disponibilidade da professora de biologia para participar de uma pesquisa colaborativa, como argumenta Trazzi (2015) em sua tese de doutorado. Além disso, a professora de biologia também participa como conformadora da disciplina de Estágio supervisionado em Ensino II, atuando juntamente com alunos com os alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo. A professora ainda era colaboradora do Programa Institucional da Bolsa de Iniciação Docência (Pibid) nessa escola.

As turmas da 1º série do ensino médio dessa escola contam com salas de aula amplas e arejadas. As carteiras soltas estão organizadas em fileiras de frente para um

quadro branco. A escola possui um laboratório de Ciências, com bancadas em azulejo e cadeiras altas, ar-condicionado e ventiladores de teto.

Ressaltamos o compromisso ético da pesquisa ao seguirmos o protocolo de ética em pesquisa com seres humanos (Conep 196/96 – Comitê de Ética em Pesquisa) na preservação das identidades dos sujeitos e não divulgação de imagens e dados que possam expor a integridade dos sujeitos.

Caracterização da turma do 1º ano do Ensino Médio

No trabalho de Trazzi (2015) a intervenção pedagógica foi feita com as 9 turmas da 1ª série do ensino médio da escola e no seu processo de pesquisa analisou 1 turma pertencente ao turno da manhã, escolhida de maneira aleatória. Dentro do contexto das 9 turmas que participaram da intervenção, analisamos uma turma do turno vespertino, uma vez que Trazzi (2015) não analisou nenhuma das seis turmas do turno da tarde. A turma na qual a pesquisa foi realizada foi escolhida de forma aleatória. A escola também possui mais três turmas no turno da manhã.

A turma pesquisada por nós era composta por 41 alunos com variação de idade entre 15 e 17 anos. Desses alunos, 38 alunos participaram das atividades planejadas.

Descrição do processo de pesquisa

Para contextualizar a nossa pesquisa, inicialmente faremos um breve relato do processo de pesquisa realizado por Trazzi (2015) em sua tese de doutorado a fim de situar o leitor já que os documentos analisados por nós são provenientes desse processo de pesquisa. Primeiramente, para que se pudessem realizar as atividades experimentais para o desenvolvimento da pesquisa, Trazzi (2015) propôs, junto ao grupo de colaboradores da pesquisa, a inversão dos conteúdos do currículo da 1ª série do ensino médio. Tal inversão possibilitou que os temas Fotossíntese e Respiração Celular, originalmente trabalhados no 3º trimestre conforme o Currículo Básico da Escola Estadual do ES (Anexo A), fossem ministrados no 1º trimestre seguidos do tema de ecologia. Esta alteração foi proposta para que Fotossíntese e Respiração Celular, temas integradores, fossem trabalhados mais de uma vez, sendo revisado nos demais conteúdos, dessa forma os alunos teriam maior contato com tais temas o que possibilitaria uma maior compreensão.

Após a escolha dos conteúdos, foram pensadas propostas de atividades que poderiam ser realizadas junto aos alunos. Então foi definido que as atividades experimentais seriam baseadas no experimento “A vida dentro de uma garrafa” (Figura 1). A escolha dessa atividade se baseou no fato de que ela pode ser realizada com materiais simples e de fácil acesso, como garrafas PET transparentes, terra e uma pequena planta. A atividade foi estruturada e realizada no laboratório de Ciências da Escola e os alunos foram divididos em seis grupos, onde cada grupo ficou com uma das seis situações propostas para o experimento. De acordo com Capelleto (1992), as aulas de laboratório podem funcionar como um contraponto das aulas teóricas, como um poderoso catalisador no processo de aquisição de novos conhecimentos, pois a vivência de certa experiência facilita a fixação do conteúdo a ela relacionado, descartando-se a ideia de que as atividades experimentais devem servir somente para a ilustração da teoria.

Trazzi (2015) se inspirou em uma proposta presente nos trabalhos de Medeiros, Costa e Lemos (2009) para a elaboração do questionário para os alunos. Porém, foram feitas algumas modificações e ao final foram elaboradas seis questões onde cada uma delas previa a montagem de situações-problema (Figura 1). Esse mesmo questionário também foi usado para instruir os alunos na montagem das atividades.

Para fins dessa pesquisa, analisamos apenas uma turma da 1º série de Ensino Médio desta escola, ressaltamos que para a escolha desta turma levamos em consideração que 1 turma já havia sido pesquisada por Trazzi (2015), desta forma escolhemos 1 das outras 8 turmas não pesquisadas. Ainda lembramos que todas as nove turmas da 1º série do Ensino Médio dessa professora participaram das mesmas atividades da turma aqui investigada, dessa forma, o trabalho de pesquisa esteve presente em todas as turmas. Também analisamos apenas duas das seis situações propostas no questionário: a situação 1 e a situação 2, uma vez que elas atendem ao interesse deste estudo. A situação 1 do experimento é aquela na qual a planta é colocada em um recipiente aberto, com a terra úmida e em ambiente iluminado. Já na situação 2 do experimento a planta é colocada em um recipiente fechado, com terra úmida e em ambiente iluminado.

O questionário aplicado para os alunos teve como objetivo compreender o que eles pensavam sobre o que iria acontecer em cada uma das seis situações problema (Trazzi, 2015). Além de proporcionar aos mesmos a oportunidade de acompanhar o

desenvolvimento de uma experiência científica, bem como a interpretação dos dados. Uma vez que, Capeletto (1992), relata a existência de uma fundamentação psicológica e pedagógica que sustenta a necessidade de proporcionar à criança e ao adolescente vivenciar o método científico, entendendo como tal a observação de fenômenos, o registro sistematizado de dados, à formulação e o teste de hipóteses e a inferência de conclusões. A experiência teve duração de cerca de duas semanas e durante esse tempo, os alunos acompanharam e observaram o desenvolvimento do experimento e realizaram o registro.

Questionário de levantamento das hipóteses dos estudantes a ser aplicado após a montagem das atividades experimentais investigativas

Instruções:
Analisar cada uma das situações abaixo e escrever o que você pensa que irá acontecer:

a) Situação “1”, recipiente aberto, terra úmida e colocado em ambiente iluminado
Se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente aberto, com terra úmida e em ambiente iluminado, o que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

b) Situação “2”, recipiente fechado, terra úmida e em ambiente iluminado
E se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente fechado, que não desse para entrar ar, com a terra úmida e em ambiente iluminado. O que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

c) Situação “3”, recipiente aberto, terra úmida e em ambiente escuro
E se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente aberto, com a terra úmida e em ambiente escuro. O que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

d) Situação “4”, recipiente fechado, terra úmida e em ambiente escuro
E se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente fechado, que não desse para entrar ar, com a terra úmida e em ambiente escuro. O que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

e) Situação “5”, recipiente fechado, terra seca e em ambiente iluminado
E se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente fechado, que não desse para entrar ar, com a terra seca e em ambiente iluminado. O que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

e) Situação “6”, recipiente fechado, terra seca e em ambiente escuro
E se você colocasse uma pequena planta dentro de um recipiente fechado, que não desse para entrar ar, com a terra seca e em ambiente escuro. O que você acha que aconteceria com a planta dentro de alguns dias? Por quê? Explique:

Figura 1: Questionário de levantamento de hipóteses dos alunos (Fonte: Trazzi, 2015).

Após as duas semanas, a professora da disciplina, em sala de aula, conduziu a discussão dos resultados dos experimentos com os alunos. Cada grupo levou seu experimento para sala para que, através da observação dos resultados esperados e também os inesperados, a professora discutisse o que ocorreu em cada experimento.

Enquanto os alunos relatavam seus experimentos, a professora, por sua vez sistematizou no quadro a discussão dos fenômenos observados.

Foi feita a elaboração de duas questões que foram aplicadas em forma de prova para os alunos investigados (Figura 2).

Análise de dados

Para os fins das análises qualitativas das atividades aplicadas aos alunos, analisaremos o levantamento das hipóteses dos estudantes sobre os possíveis resultados esperados das situações 1 e 2 propostas para o experimento. Também analisaremos a questão 2 da prova escrita dos alunos, uma vez que, o objetivo desta pesquisa é investigar os enunciados escritos pelos alunos envolvidos no processo investigativo das situações problema sobre os temas de fotossíntese e respiração celular e analisar os enunciados escritos de uma prova após um processo de intervenção pedagógica

Enunciado da questão aplicada aos alunos como parte da prova de Biologia	
Questão 1 - Descreva o experimento de seu grupo com detalhes, dizendo o que ocorreu e as conclusões encontradas:	
Questão 2 (aplicada após a prova):	
	No experimento acima, realizado por um grupo de sua turma, colocamos uma pequena planta dentro de uma garrafa PET com terra e água. Em seguida, lacramos e tampamos a garrafa. Então, colocamos a garrafa sob a luz solar. Passadas duas semanas, verificamos que a planta estava viva e que até cresceu um pouco! Vimos também muitas gotas de água nas bordas internas da garrafa. Com suas palavras, explique por que a planta sobreviveu.

Figura 2: Questões que foram abordadas em atividades avaliativas junto aos alunos (fonte: Trazzi, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando analisamos as respostas construídas pelos alunos envolvidos nesta pesquisa, percebemos que existem diferentes concepções do processo, como também das funções da fotossíntese. Muitas pesquisas sobre aprendizagem com assunto de fotossíntese e respiração celular tem mostrado que os estudantes possuem dificuldade

para aprenderem sobre esses assuntos, uma vez que tais temas se mostram com conceitos abstratos e de difícil compreensão. Segundo Barker (1995) muitas dessas concepções possuem raízes históricas e de acordo com Roth (2005) é preciso levar em consideração a cultura dos alunos, bem como o meio no qual estão inseridos.

Em suas respostas, embora os alunos tenham certa noção que as plantas precisam de nutrientes para produzir seu próprio alimento, percebemos que muitos alunos não conseguem compreender quais são esses nutrientes e quais são fundamentais para que este processo aconteça, o que também foi relatado por Bandeira e Jordão (2011). Os alunos também não compreendem qual é a constituição do alimento produzido pelas plantas, mas entendem que este processo é um promotor de crescimento. Porém, outros alunos afirmam que além, de ser responsável pelo crescimento das plantas, o processo da fotossíntese tem a função de purificar o ar para o homem. Souza (1991) e Santos (1995) também observaram esta concepção alternativa em relatos de alunos em suas pesquisas.

Torres (2013) em seus estudos percebeu esta tendência avaliando as concepções alternativas sobre a fotossíntese em alunos da 3ª série do ensino médio. É o que também podemos nesta pesquisa ao observarmos a fala de dois alunos no questionário ao relatarem o que aconteceria com a planta se colocada em um ambiente aberto, com terra úmida e num ambiente iluminado depois de alguns dias:

“Ela vai crescer, porque estaria recebendo os nutrientes necessários para florescer”

“A planta iria crescer, pois tem tudo que precisa para se desenvolver e purificar o ar.”

Porém, também percebemos que alguns alunos compreendem que a planta produz seu próprio alimento através da fotossíntese, mas a maioria dos alunos não cita esse processo, apenas afirmam que a planta vai crescer porque ela tem tudo que precisa água, luz e “ar”, como observado em muitos relatos da situação 1:

“Ela se desenvolveria, pois a água e a luz são aspectos do desenvolvimento da planta.”

“A planta iria viver. Porque ela está recebendo sol e ar e se ela continuar recebendo água ela irá crescer.”

Percebemos que muitos não entendem como se dá esse processo, pois existem explicações superficiais sobre o mecanismo, que podem ter interferência das concepções alternativas existentes sobre esse assunto. Isso também foi observado por Bandeira e Jordão (2011) ao avaliarem 21 trabalhos sobre o ensino da fotossíntese e as concepções alternativas que circundam esse tema.

Quando a palavra fotossíntese foi mencionada nas respostas dos alunos na situação-problema 2 (Figura 1), foi no sentido de que a fotossíntese também era a respiração das plantas (STAVY; EISEN; YAAKOBI, 1987; SEYMOUR; LONGDEN, 1991). Conforme o relato de um dos alunos: “A planta morreria porque sem ar ela não consegue fazer a fotossíntese”. Esta situação está de acordo com os estudos a respeito das concepções alternativas sobre o estudo da fotossíntese. Souza (1995), Zago et al. (2007) e Çokadar (2012) salientam que uma das concepções mais encontradas é a fotossíntese como sinônimo da respiração das plantas, uma vez que ambas realizam trocas gasosas, dessa forma, muitos concluem que sejam a mesma coisa. Isto nos remete o que já foi observado por muitos autores que a construção de concepções alternativas está vinculada ao meio social onde o aluno está inserido.

O entendimento dos alunos foi na direção de que a planta ficaria sem oxigênio para sobreviver. A noção de que a planta utiliza o gás carbônico do ar juntamente com a água no processo fotossintético para que produza seu alimento e o oxigênio não foi explicitada. Como podemos perceber em relatos de dois alunos sobre a situação 2 do experimento:

“A planta iria morrer porque ficaria sem oxigênio.”

“A planta iria morrer, pois ela não está recebendo ar para fazer a fotossíntese.”

A compreensão de que a planta não morreria por causa de um ciclo de gases (carbono e oxigênio), que ocorre no interior da garrafa fechada por meio dos processos de fotossíntese e respiração celular, foi a lacuna no conhecimento para que eles pudessem relatar os fenômenos (TRAZZI, 2015).

A construção das explicações dos alunos, bem como o levantamento de hipóteses sobre as duas situações-problema investigadas nos permitiu entender os diversos níveis de generalidade dos conceitos que surgiram das respostas dos alunos, além de nos possibilitar perceber como que os experimentos podem auxiliar na inter-relação entre

conceitos. Borges (2002) defende que o levantamento das hipóteses dos alunos constitui-se em um momento pré-atividade experimental, e que o professor pode pedir para que os alunos escrevam os possíveis resultados da situação investigada e os motivos pelos quais acreditam que isso irá acontecer.

Lima et al (1999) defende o uso da experimentação com o levantamento de hipóteses do alunos:

A experimentação inter-relaciona o aprendiz e os objetos de seu conhecimento, a teoria e a prática, ou seja, une a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados, pautados não apenas pelo conhecimento científico já estabelecido, mas pelos saberes e hipóteses levantadas pelos estudantes, diante de situações desafiadoras.

Segundo, Kubli (1979) apud Moreira (1999), todas essas ações devem estar sempre integradas à argumentação, ao discurso do professor, pois elas só geram conhecimento se estiverem integradas à argumentação do professor.

De acordo com Trazzi (2015) a professora envolvida nesta pesquisa relata que sua maior preocupação sobre o tema da fotossíntese é o entendimento dos alunos em relação aos fatores envolvidos, é necessário que os alunos entendam que a planta precisa captar o gás carbônico do ar, e, a partir dessa captura, ocorre uma reação química na qual esse gás, na presença de luz e de clorofila, reage com a água que a planta absorve, e em um nível celular se forma uma molécula denominada glicose (que é o alimento da planta) e o gás oxigênio. Esta etapa é de extrema importância, pois, assim como observado neste estudo e de acordo com outros autores, muitos alunos não conseguem assimilar a ideia de que um gás (CO_2) e um líquido (H_2O) combinando-se podem originar um sólido ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

Ainda sobre os relatos da professora descritos por Trazzi (2015), ela menciona que, assim que os alunos compreendessem o processo de fotossíntese, seu objetivo seria mostrar que esse conceito serviria como um conceito subordinado para a formação do conceito de respiração celular; conforme os produtos da fotossíntese – glicose e gás oxigênio – reagissem em um nível celular dentro da planta, produziriam novamente gás carbônico e água e, além disso, energia, que seria uma forma diferente da energia do sol. Como já mencionado neste trabalho os alunos citam a fotossíntese como a própria

respiração da planta, sendo assim esta fase da explicação da professora atua como a desconstrução dessa concepção dos alunos, uma vez que de acordo com Souza e Almeida (2002), essa concepção é um dos obstáculos mais encontrados no entendimento da fotossíntese e respiração celular pelos alunos.

Com a explicação desses dois processos, com o intuito de formar conceitos de fotossíntese e respiração celular para os alunos, a professora teria subsídios para explicar os ciclos do carbono, do oxigênio e da água, demonstrando que os elementos químicos que compõem os conceitos subordinados podem assumir formas diferentes. O que também contribuiria para a desconstrução de outra concepção alternativa encontrada entre os alunos é que muitos tendem a ignorar o papel dos gases nesses processos (AMORIM; BRAUNA, 1995).

Através da análise das respostas produzidas pelos alunos na questão 2 da avaliação (prova), extraímos enunciados que nos permitiram observar alunos que conseguiram construir a resposta da questão articulando os conceitos dos processos de fotossíntese e respiração celular. Isto indica que a professora, por meio de suas explicações, conseguiu desconstruir as concepções alternativas desses alunos, como podemos observar a seguir:

“A planta sobreviveu porque ela tinha todas as “coisas” que ela precisava: água, CO₂, oxigênio e luz. Com isso ela fazia a fotossíntese e produzia seu próprio alimento e a água evaporava, mas como a garrafa estava tampada ao evaporar ela condensava e voltava e também o oxigênio e CO₂. Quando a planta absorve o CO₂, ela expelle o oxigênio, na fotossíntese, a planta sendo autótrofa e com o pigmento verde, absorve a luz e também faz a respiração celular.”

O aluno abordou os elementos necessários para que a planta pudesse sobreviver e iniciou a explicação do processo da fotossíntese. Após explicar o processo de fotossíntese, o aluno utiliza esse conceito para explicar o conceito de respiração celular e, sendo assim percebemos que esse aluno demonstra compreender que o conceito de fotossíntese é importante para a formação do conceito de respiração celular. O aluno também mostra em sua resposta que a planta utiliza os produtos da fotossíntese no processo de respiração celular. É o que podemos observar também no enunciado de outro aluno sobre a mesma questão:

“A planta sobreviveu porque ela tinha tudo que precisava oxigênio, água, luz solar e com isso ela conseguiu realizar a fotossíntese, produzir seu próprio alimento, a glicose. A planta também sobreviveu porque ocorreu o ciclo da água, a luz solar condensava a água e como a garrafa estava fechada a água não saía e era utilizada pela planta, também ocorreu ciclo do gás oxigênio e do carbônico também não saíam e a planta continuava viva por causa da fotossíntese e da respiração celular.”

Percebemos no enunciado acima que o aluno conseguiu em sua resposta articular os processos de fotossíntese e respiração celular, evidenciando que conseguiu compreender que a fotossíntese é importante para a formação do conceito da respiração celular. Podemos ainda perceber que nesses dois enunciados os alunos não ignoram o papel dos gases na construção dos processos sobre fotossíntese e respiração celular, pois como já citado anteriormente uma das concepções encontradas sobre esse assunto é que muitos tendem a ignorar o papel dos gases nesses processos.

Também observamos enunciados de estudantes que demonstraram entender que é pelo processo da fotossíntese que a planta produz seu próprio alimento (glicose), mas não o conseguiram explicar de forma articulada ao processo de respiração celular. Percebemos que a resposta à questão ainda é cercada de indícios de concepções alternativas e da falta de compreensão dos fenômenos de forma integrada e articulada, revelando que nesses alunos os conceitos ainda estão em processo de formação, ou talvez possam nem ocorrer, e que apesar de a aprendizagem ter ocorrido, o processo de desenvolvimento do aluno e a apropriação dos conceitos ainda não aconteceram completamente (TRAZZI, 2015). Como podemos perceber nos enunciados retirados das provas dois alunos:

“A planta sobreviveu porque ela possuía todos os componentes que ela precisa para sobreviver, esses componentes são a água, terra, luz, oxigênio e gás carbônico. A garrafa quando foi fechada ainda ficou com um pouco de oxigênio e a partir dos dias ela teve tudo para fazer a fotossíntese e transformar sua glicose em energia.”

“Ela sobreviveu, pois tinha o ambiente perfeito para fazer a fotossíntese, luz solar, água e oxigênio para produzir a glicose necessária para sobreviver. As gotas de água são porque a água da planta se transforma em vapor. Ela não morreu no ambiente fechado por causa da fotossíntese.”

Percebemos certa confusão feita pelos alunos sobre o conceito da fotossíntese, visto que, ambos associam a produção do alimento (fotossíntese) com a presença do gás oxigênio, quando na verdade o gás envolvido seria o carbônico. Como já mencionamos, entre as concepções alternativas dos estudantes sobre fotossíntese, existem aquelas que a relacionam como sendo a própria respiração da planta. Essa confusão ocorre porque a palavra respiração é geralmente associada a um processo de entrada de O_2 e saída de CO_2 , que é a inspiração e a expiração feita pelos animais (Driver et al., 1994). O que explica o problema da resistência das concepções alternativas ao tentar realizar a mudança para o aceito cientificamente é que essa explicação faz sentido para o indivíduo, traduzindo a dificuldade de alterar-se a visão de mundo de um estudante através do Ensino de Ciências (EL-HANI; BIZZO, 2000).

Ainda na análise dos enunciados, notamos aqueles nos quais os estudantes explicaram de forma muito limitada o processo da fotossíntese e não conseguiram explicar o processo da respiração celular ou mesmo estudantes que não conseguiram explicar ambos os processos. Nos enunciados a seguir podemos observar que os alunos responderam à questão mencionando alguns elementos utilizados pela planta para produzir seu alimento, mas não constroem de forma articulada os conceitos de fotossíntese e respiração celular:

“A planta sobreviveu porque ela estava com a terra, água e a presença de luz e oxigênio, com isso ela produziu a glicose (alimento) e o seu próprio oxigênio para se manter viva.”

“A planta sobreviveu porque mesmo em ambiente fechado ela tinha tudo o que precisava para sobreviver: os nutrientes da terra, tinha luz para fazer fotossíntese, e produzia seu próprio alimento.”

Podemos perceber nesses enunciados que os alunos demonstraram compreender que a fotossíntese é a responsável pela planta produzir seu próprio alimento, porém no primeiro enunciado percebemos uma confusão acerca sobre o que é fotossíntese, porque o aluno associa a produção do alimento, ou seja, a fotossíntese, com a presença do gás oxigênio, quando na verdade seria o gás carbônico. Bandeira e Jordão (2011) ao avaliarem 21 trabalhos sobre o ensino da fotossíntese e as concepções alternativas que circundam esse tema perceberam que entre as concepções recorrentes para a ocorrência

do fenômeno da fotossíntese é necessário o gás oxigênio e não o gás carbônico e que muitos desconsideram o papel do gás carbônico na fotossíntese. No segundo enunciado o aluno considera que a fotossíntese apenas depende da luz, esta concepção também foi encontrada por estes mesmos autores.

Também analisamos enunciados de estudantes que não conseguiram construir os conceitos de ambos os temas. Como podemos perceber nos enunciados que seguem, os alunos redigiram em suas respostas praticamente o que está escrito no enunciado da questão proposta na prova.

“A planta sobreviveu porque dentro da garrafa havia tudo o que ela necessitava para se alimentar e, conseqüentemente, se desenvolver. Ela continha água (que foi adicionada), luz solar e os nutrientes encontrados na terra.”

“A planta sobreviveu porque ela estava em um ambiente luminoso, estava com terra e ambiente molhado, a garrafa estava lacrada para que a água não secasse.”

Como estes alunos, outros estudantes não conseguiram apropriar-se dos conceitos de fotossíntese e respiração celular mesmo após o processo de aprendizagem, o que nos remete ao que já mencionamos neste trabalho, esses conceitos são vistos como abstratos e de difícil compreensão pelos alunos e entendemos ainda que assimilação de conceitos é um processo lento e gradual e para que para esses estudantes assimilem e compreendam de forma esperada estes conceitos é necessário que suas hipóteses ainda devam ser mais trabalhadas em sala de aula como parte do processo de mediação realizado pelo professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que estudos dessa natureza indicam que é necessário que o professor reconheça a importância de considerar as hipóteses dos estudantes sobre os fenômenos a serem estudados para que possa planejar melhor o ensino e que a apropriação de conceitos é um processo lento e gradual e que sofre a influência do processo de mediação feito pelo professor.

Concordamos com Trazzi (2015) que salienta que devido a sua complexidade os processos de fotossíntese e respiração celular não são conceitos que se aprendem somente em um momento de instrução formal. Uma vez que como tema integrador, central no estudo dos sistemas vivos, como mencionado por Waheed e Lucas (1992), a fotossíntese, como também a respiração celular precisam ser tratadas de forma recorrente no ensino. E independente de serem considerados temas complexos acreditamos que seja necessário a busca de diferentes métodos de ensino com o intuito de encontrar formas mais adequadas de transmitir esses assuntos aos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIN, A.C.; BRAÚNA, R.C.A. Construindo uma metodologia para o ensino da fotossíntese. In: **Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**, 5, 1995. São Paulo: FEUSP. 1995.

ANDERSSON, B. The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. **European Journal of Science Education**, v. 8, p.155-171, 1986.

ANDERSON, D.L., FISHER, K.M. e NORMAN, G.J. Development and evaluation of conceptual inventory of Natural Selection. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, p. 952-978, 2002.

BANDEIRA, C.M. da S. e JORDÃO, R dos S. **A fotossíntese: estudo das concepções alternativas.**

BARKER, M. 'A plant is an animal standing on its head'. **Journal of Biological Education**, New York, v. 29, n. 3, p.201-208, 1995.

BARKER, M.; CARR, M. Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge. **International Journal of Science Education**, London, v. 11, n. 1, p. 49-56, 1989.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. MEC. SEF. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1998.

CAPELETTO, A. **Biologia e Educação ambiental: Roteiros de trabalho**. Editora Ática, 1992. p. 224.

CARMICHAEL, P., Driver, R., Holding, B., Phillips, I., Twigger, D., & Watts, M. **Research on students' conceptions in science: A bibliography**. 1990. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, United Kingdom.

ÇOKADAR, H. Photosynthesis and Respiration Processes: Prospective Teachers' Conception Levels. **Education and Science**, n. 37, n. 164, 2012.

DRIVER, R. Student's conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**, v. 11, special issue, p.481 – 490, 1989.

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

EL-HANI, C.N.; BIZZO, N.M.V. Formas de Construtivismo: Teoria da mudança conceitual e Construtivismo contextual. *In*. Tese de Doutorado. Exercícios na Ausência de Significado: Discutindo o Reducionismo Dentro e Fora da Sala de Aula. *In*: **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. FE – USP, 1º Semestre, p. 82, 2000.

FREITAS, M.; DUARTE, M.C. Ensino de biologia: implicações da investigação sobre as concepções alternativas dos alunos. **Revista Internacional**, v. 3, n. 11/12, p. 125-137, 1990.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

HASLAM, F. & TREAGUST, D. F. Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. **Journal of Biological Education**, v. 21, n. 3, 1987.

GILBERT, J.K. Children's science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, p. 623-633, 1982.

KÖSE, S. (2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. **World Applied Sciences Journal**, v. 3, n. 2: 283-293.

LINKE, R.D.; VENZ, M.I. Misconceptions in physical science among non-science background students. **Research in Science Education**, v. 9, p. 103-109, 1979.

LUMPE, A.T; STAVER, J. R. **As formas do silêncio**. Campinas: Ed. da Unicamp. 1995.

MEDEIROS, S. C. S.; COSTA, M. F. B.; LEMOS, E. S. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**.v. 8, n. 3, p. 923-935, 2009.

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 383 p.

NOVAK, J. **Theory of education**. Ithaca: Cornell University Press, 1977.

OLIVEIRA, A. **Experimentos de Biologia**; Vitória: Editora Ática. 2013. 200p.

OLIVEIRA, S.S. **Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados.** Educar, Curitiba, n. 26, p. 233-250, 2005. Editora UFPR 233.

OSBORNE, R. Science education: where do we start? **Australian Science Teachers Journal**, v. 28, n.1, p. 21 – 30, 1982.

PFUND, T.H.,; Duit, R. (Eds.). (1991). **Bibliography: Students' alternative frameworks and science education.** Kiel, Germany: IPN-Kiel.

POZO, J.I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma.** Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

ROTH, W. M. **Establishing scientific classroom discourse communities:** multiple voices of teaching and learning research. Edited by Randy Yerrick, Wolff-Michael Roth. Mahwah, London: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.

SARMENTO, A.C.H. et al. Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 3, p. 573-598, 2013.

SANTOS, M.E.V.M. **Mudança Conceptual na sala de aula.** Lisboa: Livros Horizonte. 1991.

SANTOS, M.E.V.M. **Mudança conceitual na sala de aula: um desafio epistemologicamente fundamentado.** Lisboa: Livros Horizonte, 1998. 262 p.

SARMENTO, A.C.H. et al. Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 3, p. 573-598, 2013.

SEYMOUR, J.; LONGDEN, B. Respiration – that's breathing isn't it? **Journal of Biological Education**, New York, v. 25, n. 3, p. 177-183, 1991.

SIMPSON, M.; ARNOLD, B. Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level. **Journal of Biological Education**, v. 16, n. 1, 1982.

SIMPSON, W. D.; MAREK, E. A. Understandings and misconceptions of biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high schools. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 25, n. 5, p. 361 – 374, 1988.

SOUZA, S.C. de. **Supletivo individualizado: possibilidades, equívocos e limites no ensino de Ciências**. Campinas. 1995. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 1995.

STAVY, R.; EISEN, Y.; YAAKOBI, D. How students aged 13-15 understand photosynthesis. **International Journal of Science Education**, London, v. 9, n. 1, p.105-115, 1987.

TAIZ L. e ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*, 3º Edição, Proto Alegre, Artmed, 2004.

TEIXEIRA, A. M. M. B. **Concepções alternativas em ciência: um instrumento de diagnóstico**. 2011. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências e tecnologia. Dissertação de mestrado. Lisboa, 2011.

TRAZZI, P.S.S. **Ação mediada em aulas de Biologia: um enfoque a partir dos conceitos de fotossíntese e respiração celular**. 2015. 187 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2015.

TORRES, D.F. **A fotossíntese vegetal no 3º ano do Ensino médio: Concepções Alternativas, erros conceituais e uma Proposta de Unidade Didática baseada no Desenvolvimento Sustentável**. 2013. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

ZAGO, Leciana de Menezes; GOMES, Ana Cláudia; FERREIRA, Hérika Alves;

SOARES, Narcisa Silva; GOLÇALVES, Carlos André. Fotossíntese: Concepções dos Alunos do Ensino Médio de Itumbiara-GO e Buriti-Alegre-GO. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 780-782, jul. 2007.

WAHEED, T.; LUCAS, A. M. Understanding interrelated topics: photosynthesis at age 14, **Journal of Biological Education**, New York, v. 26, n. 3, p. 193-199, 1992.

YPI, D. Y. Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. **International Journal of Science Education**, London, v. 20, n. 4, p. 461-477, 1998.

VIENNOT, L. Spontaneous Reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p. 205-221, 1979.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 17, n. 3, p. 675-684, 2012.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Significados de fotossíntese apropriados por alunos do Ensino Fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 179-199, 2011.

WANDERSEE, J. H. Can the History of Science help Science Educators anticipate student's misconceptions? **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 7, p. 581 – 597, 1985.

ANEXO A – Currículo Básico de Biologia da Escola Estadual do Espírito Santo

CURRÍCULO BÁSICO COMUM – ENSINO MÉDIO – 1º ANO

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	CONTEÚDOS
1-Expressão e comunicação -Dominar os instrumentos básicos da linguagem científica, entre outros: percepção, categorização, identificação, diferenciação, descrição, observação, comparação, explicação, argumentação, conceitos, pensamento lógico e crítico. -Interpretar esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas. -Identificar e utilizar adequadamente símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica. -Consultar, analisar e interpretar textos de enfoque sociocultural e tecnológicos veiculados nos diferentes meios de comunicação. -Elaborar textos para relatar eventos, fenômenos, experimentos, questões problema, visitas, etc. -Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas da ciência, cultura, tecnologia e meio ambiente.	Reconhecer as ciências biológicas como uma produção humana sócio-histórica e, portanto, resultado das conjunções de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos. -conhecer os modelos explicativos culturais sobre os fenômenos biológicos -Utilizar modelos explicativos da área de biologia para interpretar e sistematizar fenômenos sócio-culturais e socioambientais da vida cotidiana. -Inter-relacionar causa e efeito nos processos naturais, considerando inclusive, aspectos éticos, sociais e étnico-culturais. -Identificar as relações entre o conhecimento científico e não científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento socioculturais. -Identificar e avaliar, com visão integradora e crítica, alterações ambientais e suas relações com os processos produtivos socioculturais e socioambientais. -Avaliar com ética e responsabilidade socioambiental ações científicas-tecnológicas globais e locais. -Identificar métodos ou procedimentos próprios das ciências naturais que contribuem para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, cultural, econômica e ambiental. -Diferenciar as substâncias orgânicas e inorgânicas e compreender que tais substâncias constituem a matéria viva. -Reconhecer a célula como unidade estrutural e funcional da vida;- compreender princípios gerais de organização celular, associando-os a existência de uma ancestralidade comum; caracterizar a célula como unidade morfofisiológica dos seres vivos, refletindo sobre seu funcionamento integrado para os processos vitais -Conhecer os conceitos básicos de bioquímica celular e citologia; conhecer funções vitais celular; -Identificar nos alimentos cotidianos os elementos bioquímicos; avaliar hábitos alimentares que contribuam para o desenvolvimento de uma boa saúde.	EIXO INTEGRAÇÃO DA VIDA, OS SERES VIVOS E SUAS INTERAÇÕES 1-Ação humana e consequências ambientais; 2-Introdução ao estudo da biologia:- Primórdios da biologia: Abordagem histórico-social. 3-Níveis de organização da vida. 4-Ecologia -Fatores ecológicos -Cadeia alimentar -Ecologia das populações (pirâmides ecológicas) e das comunidades (relações ecológicas) -Os ciclos biogeoquímicos EIXO COMPOSIÇÃO E IDENTIDADE DOS SERES VIVOS, ORGANIZAÇÃO CELULAR E FUNÇÕES VITAIS BÁSICAS 1-Bioquímica celular- noções básicas:- Água, sais minerais, carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas, ácidos nucleicos 2-Citologia -Histórico, microscopia e métodos de estudo -Revestimentos celulares -Organização citoplasmática -Metabolismo energético: respiração e fotossíntese -síntese proteica -divisão celular
2- Investigação e compreensão -Identificar situações-problemas do cotidiano (sociocultural e socioambiental), elaborar hipóteses, interpretar, avaliar e planejar intervenções socioculturais e tecnológicas. -Organizar os conhecimentos adquiridos, entender, contextualizar e refletir as informações surgidas das práticas humanas. -Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro das áreas do conhecimento. -Valorar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para construção coletiva do conhecimento.		
3- Contextualização sociocultural e socioambiental -compreender o conhecimento sociocultural, socioambiental e tecnológico como resultado da construção humana, associado aos aspectos de ordem histórica, cultural, social, econômica e política. -compreender as interações entre conhecimentos culturais, produção de tecnologia e condições de vida, analisando criticamente os limites e possibilidades da intervenção humana na dinâmica do meio ambiente -Compreender a saúde como resultado do bem-estar físico, social, mental e cultural dos indivíduos. -Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos para a elaboração de propostas de intervenção solidária, respeitando os valores humanos e a diversidade sociocultural e ambiental. -Compreender a diversidade de informações socioculturais das comunidades, identificando e questionando as ações humanas e suas principais consequências em diferentes espaços e tempos, sendo participante ativo, consciente, ético e crítico nas questões socioculturais e socioambientais. -compreender a subjetividade como elemento de realização humana, valorizando a formação de hábito de autocuidado, autoestima e respeito ao outro.		