

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Raquel Soares Sanson

**O ENSINO DE FOTOSSÍNTESE A PARTIR DA PERSPECTIVA CTSA PARA A
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Belo Horizonte

2019

Raquel Soares Sanson

**O ENSINO DE FOTOSSÍNTESE A PARTIR DA PERSPECTIVA CTSA PARA A
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS**

Monografia de Especialização
apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade Federal de Minas Gerais
como requisito parcial para obtenção do
título de Especialista em Ensino de
Ciências.

Orientadora: Profa. Dra Ludmila Olandim
de Souza

Belo Horizonte

2019

S229e
TCC Sanson, Raquel Soares, 1982-
O ensino de fotossíntese a partir da perspectiva CTSA para a
educação de jovens e adultos [manuscrito] / Raquel Soares Sanson. -
Belo Horizonte, 2019.
26 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de
Minas Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Ludmila Olandim de Souza.
Bibliografia: f. 25-26.

1. Educação. 2. Educação de adultos. 3. Ciência -- Estudo e
ensino (Educação de adultos). 4. Fotossíntese -- Estudo e ensino.
5. Aquecimento global -- Estudo e ensino. 6. Aquecimento global --
Aspectos ambientais. 7. Educação ambiental. 8. Aprendizagem por
atividades.

I. Título. II. Souza, Ludmila Olandim de, 1977-. III. Universidade
Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 374

Catálogo da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O

Dados de Identificação:

ALUNO: RAQUEL SOARES SANSON

TÍTULO DO TRABALHO: *O ensino de fotossíntese a partir da perspectiva CTSa para a 6ª*

Banca Examinadora:

Professor Orientador: Ludmila Olandim de Souza

Professor Examinador: Vanelle Wendy de Jesus Costa

Parecer:

Aos *30* dias do mês de *Novembro* de *2019*, reuniram-se na sala *505* do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) *Raquel Soares Sanson*. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho aprovado
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, *30* de *Novembro* de *2019*

Assinatura da banca: *Vanelle Wendy J. Costa*

NOTA: *97,9*

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

Resumo

A busca constante pelo desenvolvimento científico, tecnológico, social e econômico tem provocado graves efeitos ambientais que podem ser minimizados através de ações simples, como o reflorestamento por exemplo. O objetivo do presente estudo é elaborar, aplicar e analisar uma sequência didática acerca das questões ambientais envolvidas no processo de fotossíntese, através de uma abordagem CTSA, com alunos de ensino médio de uma escola estadual de Belo Horizonte com modalidade de ensino do tipo EJA. A sequência didática consiste no desenvolvimento de uma atividade prática e resolução de questionários e provas. Como resultado pode-se perceber que os alunos alcançaram uma melhor compreensão sobre as consequências ambientais provocadas pelo desenvolvimento não sustentável e como a fotossíntese pode auxiliar a minimizar tais efeitos.

Palavras chave: CTSA, EJA, Aquecimento Global, Fotossíntese, Sequência Didática.

Abstract

The constant search for scientific, technological, social and economic development has caused serious environmental effects that can be minimized through simple actions, such as reforestation for example. The objective of the present study is to elaborate, apply and analyze a didactic sequence about the environmental issues involved in the photosynthesis process, through a CTSA approach, with high school students from a state school in Belo Horizonte using EJA type teaching. The didactic sequence consists of developing a practical activity and solving questionnaires and tests. As a result, it can be seen that students have achieved a better understanding of the environmental consequences caused by unsustainable development and how photosynthesis can help to minimize such effects.

Keywords: CTSA, EJA, Global Warming, Photosynthesis, Didactic Sequence.

SUMÁRIO

1	Introdução -----	6
2	Referenciais Teóricos -----	9
3	Metodologia -----	15
	3.1 Etapas da sequência didática -----	15
4	Resultados e Discussão -----	19
	4.1 Ecosistema Engarrafado -----	19
	4.2 Plano de Estudos -----	20
	4.3 Exame Presencial -----	22
5	Conclusão -----	24
6	Referencias -----	25

1 Introdução

O desenvolvimento social, econômico, tecnológico e científico vivenciado pela sociedade contemporânea nunca tinha sido observado de forma tão acentuada em toda a história. A globalização é um importante marco histórico, pois as informações e a velocidade com a qual elas atingem a sociedade espantam qualquer um que tenha vivido antes da década de 80. Toda essa revolução gera consequências que podem impactar o meio ambiente.

Os desenvolvimentos supracitados são extremamente necessários, mas é importante que eles sejam atingidos de forma sustentável, ou seja, que sejam capazes de suprir as necessidades da geração atual, sobretudo em países em desenvolvimento, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações (ACSELRAD; LEROY, 1999). Observa-se que a busca incontrolada pelo desenvolvimento social, econômico e tecnológico tem provocado vários efeitos prejudiciais ao meio ambiente, dentre eles pode-se destacar a geração de resíduos - tanto sólidos, como o lixo e o esgoto, quanto gases poluentes. Isso tem levado à sérias consequências ambientais com perspectivas de agravamento ao longo dos anos.

Hogan (1993) pondera sobre a preocupação existente acerca da relação entre o desenvolvimento, os recursos naturais e a população. Ele vincula a necessidade de uma crescente consciência ambiental com o crescimento econômico em países menos desenvolvidos, e a redução do consumo em países desenvolvidos. Ele ainda fala sobre a importância de se inverter os valores observados atualmente, onde os trabalhos e pesquisas feitos para se obter uma maior eficiência energética e o estímulo à reciclagem de materiais deveriam ser vistos como pré-requisitos para o progresso e não como uma ação tomada para tentar reverter um problema já provocado.

A saúde do meio ambiente está vinculada à mudanças fundamentais na organização social, e não apenas à introdução de pequenas modificações técnicas. Pode-se perceber, dessa forma, que vários problemas ambientais, como o aquecimento global e o desmatamento, estão relacionados a uma abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), e que essa, quando inserida no ensino de Ciências e Biologia, “pode proporcionar maior significado aos conteúdos, desenvolvendo a criticidade dos alunos perante o desenvolvimento científico-

tecnológico no contexto social” (MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017, p.193).

Trabalhar com questões ambientais, como o desdobramento da fotossíntese, pode auxiliar o processo ensino-aprendizagem de alunos do ensino médio. É indiscutível que o tema fotossíntese é muito difícil de ser trabalhado por ser um conteúdo bioquimicamente muito complexo (TORRES; ARAUJO; MELO, 2015). De um modo geral, os livros didáticos contribuem com essa complexidade, já que dão mais ênfase a detalhes da reação bioquímica ao invés de enfatizar sua real importância: a manutenção da vida do planeta Terra. Iniciar a maioria das cadeias alimentares, produzir oxigênio necessário à respiração de todos os seres aeróbios, e sequestrar o carbono, faz com que seus benefícios não possam ser contestados. Um outro desafio não menos importante é a dificuldade enfrentada por professores em trabalhar com o conteúdo de fotossíntese, levando os alunos a memorizarem apenas os conceitos e a equação da fotossíntese sem o entendimento necessário do processo em si e o que ele representa para a natureza, levando à construção de um conhecimento científico superficial, deformado e fragmentado.

Pesquisas sobre o ensino da Fotossíntese relatadas na literatura (SIMPSON; ARNOLD, 1982; WANDERSEE, 1985; HASLAM, 1987; EISEN; STAVY, 1988; SIMPSON; MAREK, 1988), mostram em diferentes etapas da escolaridade concepções dos estudantes e muitas vezes dos professores onde observa-se conceitos equivocados. Isso reforça a necessidade de se perguntar como e em qual momento ensinar um processo de fundamental importância. Não adianta ficarmos presos à sequência dos livros didáticos e nem tampouco criarmos situações apenas motivadoras se elas não forem significativas para os alunos.

Partindo do exposto, o presente estudo tem como objetivo elaborar, aplicar e analisar uma sequência didática acerca das questões ambientais envolvidas no processo de fotossíntese através de uma abordagem CTSA em uma escola estadual de Belo Horizonte de modalidade de ensino Educação de Jovens e Adultos (EJA) para alunos de Ensino Médio, a fim de alcançar uma melhor compreensão sobre as consequências ambientais provocadas pelo desenvolvimento social, econômico, científico e tecnológico.

A escolha pela realização desse estudo no nível médio de uma modalidade de ensino EJA se deve às características peculiares de seu público alvo. Todos os alunos são maiores de 18 anos sendo que, em sua maioria, são trabalhadores já inseridos no mercado de trabalho, com uma grande bagagem de vivências e

experiências ao longo da vida. Sabe-se que a realidade dos alunos da EJA é diferenciada, sendo que muitas vezes eles não podem se expressar nem na escola nem na comunidade à qual pertencem (ARAUJO, 2017). Sendo assim, o estudo em questão é uma tentativa de captar o que toda essa experiência de vida lhes trouxe, a fim de aprimorar e aperfeiçoar o conhecimento já existente, estimular a busca por novas informações e fomentar sua transformação de atitudes. Espera-se que este trabalho fomente o desenvolvimento crítico dos educandos, estimulando sua inserção ativa nos grandes problemas sociais e ambientais.

2 Referenciais Teóricos

Segundo Oliveira, Obara e Rodrigues (2007), houve uma revisão sobre o ensino de ciências a partir dos anos 1980, o que ampliou debates sobre meio ambiente, contribuindo para o ensino formal e não-formal. Houve também uma maior preocupação em relacionar novos conhecimentos com seus possíveis impactos sociais e ambientais. Eles acreditam que a escola deve ser um canal para levar à sociedade novas formas de pensar e agir, garantindo, desta forma, um adequado desenvolvimento, de forma sustentável. O objetivo do ensino de ciências não pode ser transmitir informações prontas e verdades absolutas, mas sim levar o aluno, o cidadão, a pensar por si só, a fazer suas próprias descobertas e a interpretar os impactos sociais e ambientais provocados pelo desenvolvimento.

Silva e Oliveira (2016) citam a importância de se atrelar o ensino de ciências a uma mudança comportamental, para que isso, efetivamente, provoque a preservação. Neste sentido, o professor se torna responsável por uma educação inovadora, o que pode superar a fragmentação do saber e tornar coeso o conteúdo ensinado. Uma outra forma de se evitar o ensino fragmentado é estimular o aluno a refletir e interpretar os acontecimentos atuais de forma crítica e consciente, incluindo-o na sociedade e tratando-o como promotor de mudanças. Nessa perspectiva, uma prática Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que tem como objetivo tirar o aluno de uma posição passiva de observador para um ser crítico e pensante, é capaz de formar cidadãos envolvidos ativamente nas questões e decisões sociais.

Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) consideram que, ao se optar por uma abordagem CTSA, tem que se ter em mente que esta é uma área de trabalho com objetivos bem claros, que valoriza os efeitos sociais gerados pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, levando em consideração a influência social sobre as mudanças científicas e tecnológicas, mas também as consequências, tanto sociais quanto ambientais, geradas por tal desenvolvimento. Eles acreditam que, atualmente, a abordagem CTSA encontra-se bem consolidada e pode ser trabalhada de forma interdisciplinar e ainda acrescentam que o objetivo dos estudos CTSA é a compreensão dos impactos sociais provocados pelo desenvolvimento científico e tecnológico numa escala evolutiva, ou seja, analisar os antecedentes sociais, políticos e econômicos que serviram de gatilho para as mudanças científico-

tecnológicas e as consequências éticas, ambientais e culturais observadas no final do processo.

Segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) a abordagem CTSA se desenvolveu no campo da pesquisa, ressaltando a importância de que o desenvolvimento científico esteja socialmente contextualizado a fim de gerar o mínimo de impactos ambientais e sociais possíveis, no campo de políticas públicas com a criação de mecanismos democráticos com regulação social dos processos de tomadas de decisões científico-tecnológicas e no campo da educação, com a intensificação de trabalhos e disciplinas CTSA no ensino secundário e universitário.

Autores como Reis e Galvão (2005) e Vieira e Bazzo (2007) acreditam que, hoje em dia, o grande objetivo da educação seja fazer com que o aluno esteja preparado para o exercício da cidadania. Uma das formas de alcançar tal objetivo, segundo Vieira e Bazzo (2007), é trabalhar em sala de aula em uma perspectiva CTSA. Proporcionar debates sobre assuntos polêmicos atuais permite uma melhor contextualização entre o ensino e a realidade vivenciada pelo educando.

Nessa perspectiva, é importante levar o aluno a perceber que dentro da ciência existem várias controvérsias. Fazer com que eles discutam e debatam sobre isso é extremamente enriquecedor e pode contribuir para sua formação enquanto cidadão, além de servir como uma ponte para a construção de conhecimentos também em outras áreas (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Os Conteúdos Básicos Comuns (CBC) propõem, ao se referir a temas ambientais, que o professor estimule os alunos e elaborar ações de intervenção ambiental de modo que sejam capazes de argumentar baseados em seu conhecimento científico e de elaborar possíveis soluções para problemas ambientais que afetam direta ou indiretamente a sociedade (MINAS GERAIS, 2007).

Para o ensino de Biologia, tanto na modalidade de ensino regular quanto na EJA, o CBC propõe que o professor direcione seu aluno a desenvolver diferentes habilidades, com a intenção de formar cidadãos críticos e conscientes. Mas sabe-se que a realidade do aluno da EJA é diferente da realidade do aluno que frequenta o ensino regular. Logo, é importante que o professor desenvolva técnicas de ensino/aprendizagem adequadas a esse público.

A Lei número 9.394/1996 (LDBEN/96), artigos 37 e 38 regulamenta sobre a educação de jovens e adultos, ponderando que ela se destina aos cidadãos que, na idade própria, não tiveram condições de acessar ou concluir o ensino fundamental e

médio. Ainda garante gratuidade de tal sistema de ensino e instrui quanto a necessidade de se adaptar às condições particulares de vida e trabalho de seu público alvo, oferecendo oportunidades apropriadas e estimulando, através de medidas integradoras e complementares, o acesso e a permanência do aluno trabalhador na escola, disponibilizando cursos e exames supletivos que compreenderão a base nacional comum do currículo (BRASIL, 1996).

A Resolução nº 1, de 5 de julho de 2000 da Câmara de Educação Básica (CEB) apresentada ao Conselho Nacional de Educação (CNE) em seu artigo 5º, parágrafo único, incisos I, II e III regulamenta que a Educação de Jovens e Adultos deverá levar em consideração as peculiaridades, a faixa etária e o perfil de seus estudantes e que suas ações deverão estar pautadas nos princípios da equidade (proporcionando oportunidades igualitárias de formação e direito à educação), da diferença (reconhecendo que o homem é um ser social e interdependente no processo de ensino/aprendizagem e valorizando seus méritos e desenvolvimentos acadêmicos) e da proporcionalidade (adequando os componentes curriculares a realidade própria do público alvo da EJA, garantindo estruturação geral que lhes assegure qualidade formativa comum à qualquer outra modalidade de educação básica) (BRASIL, 2000).

Segundo Araujo (2017) os alunos da EJA vão à escola em busca de inclusão social, e para tanto é necessário se acrescentar à grade curricular temas de interesse social e de aplicação prática, além de proporcionar uma adequada alfabetização científica e de ser capaz de vincular os conteúdos e conceitos escolares à realidade do aluno. Trabalhar questões socioambientais na educação de jovens e adultos é uma das formas de estabelecer este vínculo já que os educandos acompanham a degradação ambiental dia após dia. Este é um assunto de interesse de todos, e tal degradação, além de nos prejudicar atualmente, provavelmente prejudicará as gerações vindouras. Fazer com que estes alunos analisem criticamente os fatos pode ser o primeiro passo para mudanças futuras.

Percebe-se que a busca constante pelo desenvolvimento científico, tecnológico, social e econômico tem provocado graves efeitos ambientais, e grande parte da população tem acesso a tais informações, uma vez que notícias relacionadas a impactos antrópicos são veiculadas pela mídia frequentemente. Um dos problemas ambientais de grande veiculação é o aquecimento global. Contudo, resta saber se tais informações são realmente corretas e se o enfoque dado ao

assunto pode levar à algum efeito positivo. Apenas saber o que está acontecendo no planeta não é suficiente, o ideal seria que a população soubesse o que tem provocado tais problemas, como eles podem ser solucionados e o mais importante, o que cada um de nós pode fazer para fomentar o desenvolvimento sustentável, ou seja, que o cidadão seja capaz de se posicionar criticamente frente às diversas situações do cotidiano.

Segundo Vieira e Bazzo (2007), o aquecimento global consiste no gradativo aumento das temperaturas médias globais. Isso pode ser comprovado através de medidas feitas desde 1860 por estações meteorológicas e também através da observação do tamanho das áreas cobertas por neve em todo o mundo. Para tratar de um assunto que afeta todo o planeta vários países se reuniram para discutir sobre o Aquecimento Global. Como exemplos de eventos neste sentido Vieira e Bazzo (2007) citam o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) e o Protocolo de Kyoto.

A hipótese mais veiculada sobre a causa do aquecimento global responsabiliza o ser humano, principalmente pela acentuada queima de combustíveis fósseis, com sua consequente liberação de gás carbônico para a atmosfera, todavia é importante ressaltar que liberar gás carbônico não é a única maneira de aumentar sua concentração na atmosfera. Não retirá-lo do ar, dentro do ciclo natural do carbono, também contribui para o aquecimento global. O processo capaz de retirar o gás carbônico do ar é a fotossíntese, realizada por seres clorofilados. Logo, o aumento das taxas de desmatamento observadas atualmente também contribui para a elevação das médias de temperatura globais. Dentro dessa perspectiva, uma das medidas que poderiam ser tomadas seria trabalhar em sala de aula com alunos de ensino médio assuntos afins, como fotossíntese, desmatamento, queima de combustíveis fósseis e aquecimento global, a fim de contribuir para uma maior conscientização da população.

Fotossíntese pode ser considerada um tema difícil de ser compreendido por sua característica abstrata, já que envolve aspectos ecológicos, bioquímicos e fisiológicos. Uma visão integradora sobre o assunto é importante, a fim de interligar todos esses pontos. Como a fotossíntese é extremamente relevante para se entender vários outros temas biológicos, se faz necessário criar estratégias que diminuam as dificuldades enfrentadas pelos alunos, já que este é um tema com várias concepções alternativas, demonstrando que o ensino muitas vezes é

fragmentado, generalista e com os fenômenos ambientais sendo apresentados com total visão antropocêntrica. Desta forma, percebe-se que o processo de ensino aprendizagem de fotossíntese apresenta importantes obstáculos a serem superados (TORRES; ARAUJO; MELO, 2015).

Sabe-se que a fotossíntese é um conceito que depende de outros para ser bem entendido, isso faz com que seja comum observar-se uma discrepância entre o que o aluno entende e a realidade. É importante considerar que o discente não se apropriará do conceito rapidamente, mas que é necessário tempo para uma adequada consolidação, logo, é ideal que esse tema seja abordado de forma recorrente durante todo o ensino médio (TRAZZI; OLIVEIRA, 2016). Uma das formas de se apropriar de tal conceito integral e gradativamente é realizar abordagens ambientais vinculadas ao processo de desenvolvimento científico, tecnológico e social, permitindo uma análise crítica dos impactos gerados pelo homem e analisando como a fotossíntese pode contribuir para minimizá-los.

Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) apontam vários desastres que estão intimamente ligados aos desenvolvimentos supracitados, principalmente a partir da década de 1950, como a liberação de resíduos que contaminam o ambiente, acidentes nucleares, envenenamentos provenientes das indústrias farmacêuticas, contaminação dos oceanos por petróleo, queima de combustíveis fósseis, desmatamento, dentre outros. Todos esses exemplos constituem forte indício da necessidade de se revisar políticas científico-tecnológicas e relacioná-las ao saudável desenvolvimento social. Eles ainda relatam que, a partir das décadas de 1960 e 1970, há a proposta da implantação de políticas com caráter mais intervencionistas, contando com a participação pública, com desenvolvimento de instrumentos técnicos, administrativos e legislativos, por parte do poder público, para direcionar o curso do desenvolvimento científico e tecnológico e fiscalizar suas consequências ambientais e sociais.

Com isso, percebe-se que a antiga visão de desenvolvimento a todo custo não pode se manter. É necessário analisar as possíveis consequências que uma decisão leva, para evitar graves impactos ambientais futuros. A inserção de uma abordagem CTSA nas escolas de Ensino Fundamental e Médio seria uma tentativa de conscientizar grande parte da população de seu importante papel na preservação ambiental.

Fracalanza (2004) acredita que todos têm o dever de participar da formação

das futuras gerações, com o intuito de tornar nossa sociedade mais justa e sustentável. Ele ainda cita as recomendações da Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em Tbilisi (Geórgia – ex-URSS): “ ... a educação deve ser atividade contínua; ter caráter interdisciplinar; ter um perfil pluridimensional; ser voltada para a participação social e para a solução de problemas ambientais; visar mudança de valores, atitudes e comportamentos sociais.”

3 Metodologia

O presente estudo consiste em uma pesquisa qualitativa e quantitativa que foi realizada em um universo de 15 alunos de Ensino Médio de um Centro Estadual de Educação Continuada (CESEC) da Rede Estadual de Educação de Minas Gerais, localizado em Belo Horizonte, durante os meses de junho à agosto de 2019

O CESEC apresenta uma modalidade de ensino do tipo EJA e oferece um Sistema Modular de Ensino, em que os conteúdos a serem estudados nos componentes curriculares são subdivididos em cinco módulos, sendo necessário para aprovação em cada módulo o mínimo de 50% de aproveitamento.

Para cada módulo são distribuídos 100 pontos da seguinte forma:

- I. Plano de Estudos (trabalho) no valor de 40 pontos;
- II. Exame presencial (prova) no valor de 60 pontos.

Na tentativa de adaptar a pesquisa à realidade do CESEC e suas formas de avaliação já pré-estabelecidas, substituí um dos cinco módulos de cada um dos 15 alunos participantes pela sequência didática que pode ser resumida pelos quadros 1 e 2.

3.1 Etapas da Sequência Didática

- . Construção de um ecossistema engarrafado em casa para análise e observação pelo período mínimo de sete dias;
- . Plano de estudos constituído por 15 questões discursivas, a ser respondido em casa, subdivididas em três etapas descritas no quadro 1.
- . Exame presencial a ser realizado na escola contendo 20 questões objetivas subdivididas em quatro categorias descritas no quadro 2.

Etapas	Ecossistema Engarrafado	Plano de Estudos		
		A	B	C
Descrição	Construção de um ecossistema engarrafado.	Questionamentos iniciais: relato da opinião do aluno sobre o desenvolvimento da planta dentro do ecossistema engarrafado.	Problematização: relato do que foi observado no ecossistema engarrafado durante 7 dias.	Pesquisa em livros e/ou internet sobre fotossíntese, ciclos biogeoquímicos, aquecimento global e desmatamento.
Objetivo	Levar o aluno a compreender o ciclo da água, observar as alterações que ocorrem em um ecossistema e quais os fatores que atuam na manutenção de seu equilíbrio. Estimular as habilidade de observação, registro, questionamento, experimentação e conclusão.	Captar as concepções prévias dos alunos.	Levar o aluno a observar, analisar e relatar os resultados de seu ecossistema engarrafado bem como contrapor tais resultados com as concepções prévias.	Direcionar o aluno a identificar as consequências socioambientais provocadas pelo desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social, bem como estimulá-los a criar soluções para tais impactos.
Coleta de dados	Análise do ecossistema engarrafado	Análise das respostas discursivas.	Análise das respostas discursivas e comparação com as respostas do item A.	Análise das respostas discursivas.

Quadro 1: Descrição da primeira e segunda etapas da Sequência Didática

Etapas	Exame Presencial			
	A	B	C	D
Descrição	Questões sobre fotossíntese.	Questões sobre ciclos biogeoquímicos.	Questões sobre a relação entre fotossíntese, ciclo do carbono, aquecimento global e desmatamento.	Questões socioambientais.
Objetivo	Reconhecer a fotossíntese como processo realizado por seres clorofilados capaz de produzir matéria orgânica que lhe serve de alimento, oxigênio usado para respiração dos seres aeróbios e consumo de gás carbônico presente na atmosfera.	Perceber que algumas substâncias, como o carbono, oxigênio, nitrogênio e água, são capazes de ciclar, vindo a fazer parte ora do ambiente, na forma de substância inorgânica, ora do corpo dos seres vivos, na forma de substância orgânica.	Reconhecer a fotossíntese como processo participante do ciclo do carbono, uma vez que ela é responsável por retirá-lo do ar. Vincular tal fato à amenização do aquecimento global e perceber que o desmatamento é um dos responsáveis pelo aumento das médias de temperatura globais.	Perceber que o desenvolvimento científico, tecnológico e social não sustentável leva a graves consequências socioambientais.
Coleta de dados	Análise das respostas objetivas, observando se houve maior incidência de acertos ou erros e, neste último caso, analisar qual a resposta errada mais assinalada.	Análise das respostas objetivas, observando se houve maior incidência de acertos ou erros e, neste último caso, analisar qual a resposta errada mais assinalada.	Análise das respostas objetivas, observando se houve maior incidência de acertos ou erros e, neste último caso, analisar qual a resposta errada mais assinalada.	Análise das respostas objetivas, observando se houve maior incidência de acertos ou erros.

Quadro 2: Descrição da terceira etapa da Sequência Didática

Após a aplicação das duas primeiras etapas da sequência didática o ecossistema engarrafado foi recolhido e avaliado. Algumas observações foram feitas nesse momento por parte do aluno, relatando sua experiência e suas observações, e pelo professor, refinando os dados observados pelo aluno e acrescentando informações. Na sequência o plano de estudos também foi recolhido e corrigido. Comentários, comparações e discussões foram tecidas sobre as questões mais importantes e a resposta correta de questões que se encontravam erradas ou incompletas foram apresentadas. O exame presencial foi agendado e, após sua realização, foi corrigido. Todos os resultados, tanto do plano de estudos quanto do exame presencial, foram registrados em tabelas e gráficos a fim facilitar sua observação e proporcionar sua análise qualitativa e quantitativa. A comparação entre as respostas apresentadas nesses dois métodos avaliativos deu indícios do desenvolvimento cognitivo do aluno e de seu processo de aprendizagem.

As informações que serão analisadas a seguir correspondem a um pequeno recorte do conjunto total de dados que compõem a sequência didática aplicada. Destaca-se ainda que os sujeitos da pesquisa tiveram suas identidades preservadas, por isso, seus enunciados são retratados por intermédio de alunos 1, aluno 2, etc.

4 Resultados e Discussão

Todos os 15 alunos participantes obtiveram pontuação necessária para aprovação, tanto no plano de estudos quanto no exame presencial.

4.1 Ecossistema engarrafado

A seguir, na Figura I, encontram-se fotos dos ecossistemas engarrafados entregues por alguns alunos:



Figura I: Ecossistemas Engarrafados

Analisando-se os ecossistemas entregues pelos alunos pode-se perceber que as instruções do modo como eles deveriam ser construídos foram seguidas adequadamente. As plantas não só sobreviveram como se desenvolveram ao longo do tempo, isso demonstra que os alunos o mantiveram próximo à luz, possibilitando a realização da fotossíntese por parte da planta, o que levou à produção de glicose, oxigênio e consumo de gás carbônico. Como é de conhecimento as plantas também realizam o processo de respiração, concluiu-se que os ciclos do carbono e oxigênio aconteciam harmonicamente neste microambiente. O ciclo da água também era nítido, pois percebia-se facilmente a presença de gotas de água nas paredes internas do recipiente, o que demonstra que a água estava constantemente evaporando, se condensando e retornando ao substrato.

4.2 Plano de estudos

A partir da análise do plano de estudos pode-se perceber que aproximadamente 73% dos alunos acreditavam que a planta não sobreviveria fechada em um pote. A maioria expressou surpresa ao constatar que, mesmo mantendo a planta lacrada por no mínimo sete dias, ela sobreviveu e não lhes faltou alimento, água nem oxigênio. A partir de tal resultado podemos inferir que os alunos foram capazes de observar a dinâmica de seu ecossistema engarrafado durante 7 dias e contrapor os resultados obtidos com suas opiniões iniciais, alcançando os objetivos de tais etapas da sequência didática.

Através da pesquisa realizada (Quadro 1, plano de estudos - c), os alunos conseguiram identificar quais ciclos biogeoquímicos estavam acontecendo no ecossistema engarrafado, bem como sua importância para a manutenção do ecossistema desenvolvido. Também identificaram que as plantas, ao realizarem a fotossíntese, foram responsáveis por produzir alimento e oxigênio, resultado esse que reforça as ideias de Trazzi e Oliveira (2016) de que o conceito de fotossíntese é bem amplo, logo, para se consolidar é preciso aprender uma série de outros conceitos que mantêm relação entre si.

Uma das questões do plano de estudos solicitava que os alunos indiquem possíveis soluções para o aquecimento global. Seu objetivo era seguir as instruções dos Conteúdos Básicos Comuns (CBC), que propõem ao professor estimular os alunos a desenvolver ações de intervenção ambiental a fim de solucionar problemas que afetam a sociedade. Os resultados demonstram que a grande maioria dos alunos conseguiu elaborar soluções para o aquecimento global, dentre elas, destacam-se a redução da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento. Dessa forma, podemos inferir que o objetivo da referida questão foi alcançado e espera-se que os alunos possam levar esse conhecimento para seu cotidiano e colocá-lo em prática, seja com ações concretas, seja com a disseminação da conscientização, indo ao encontro da opinião de Silva e Oliveira (2016), quando citam a importância de se atrelar o ensino de ciências a uma mudança comportamental, para que isso, efetivamente, provoque a preservação ambiental.

Uma outra questão do Plano de Estudos requer que os alunos citem como o desmatamento pode contribuir para o aquecimento global. Os resultados demonstram que todos os 15 alunos avaliados foram pouco específicos em suas

respostas. Como exemplo citaremos a resposta do aluno 1: “O desmatamento contribui para o aquecimento global no sentido de promover um desequilíbrio climático decorrente da remoção da vegetação, que tem como função o controle das temperaturas e dos regimes de chuva”. Como o foco dessa sequência didática foi abordar a fotossíntese a partir de uma perspectiva CTSA, tal questão tinha como objetivo levar o aluno a explorar mais o processo fotossintético, ligando o desmatamento à redução do sequestro do carbono e concluindo que seu acúmulo na atmosfera seria o responsável pelo aumento das médias de temperatura globais. Segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), a abordagem CTSA apresenta claros objetivos, que leva em consideração os efeitos socioambientais provocados pelo desenvolvimento da ciência, tecnologia e sociedade. Sendo assim, com o resultado desta questão, podemos sugerir que tal objetivo não foi alcançado. Acreditamos que isso se deva à histórica fragmentação do conhecimento, pois desde o Ensino Fundamental os alunos estão acostumados a estudar cada conteúdo separadamente, não sendo capazes de vincular um assunto a outro. Pérez e outros (2001) estimulam os professores a refletir sobre as deformações observadas no ensino de ciências. Eles acreditam que simplificações de conceitos podem estar acontecendo frequentemente, na intenção de facilitar a apropriação do saber por parte do aluno, mas que isso pode levar a construção de ideias equivocadas, fragmentadas e demasiadamente simplistas. Silva e Oliveira (2016) acreditam que uma forma de se evitar o ensino fragmentado é estimular o aluno a refletir e interpretar os acontecimentos atuais de forma crítica e consciente, incluindo-o na sociedade e tratando-o como promotor de mudanças.

Uma outra demanda do plano de estudos era que o aluno fosse capaz de citar as consequências do aquecimento global para a natureza e para a sociedade. O objetivo desta questão novamente relaciona-se ao foco CTSA dessa sequência didática, com a intenção de demonstrar que o desenvolvimento científico, tecnológico e social pode provocar sérias consequências socioambientais. Aproximadamente 67% das respostas estavam incompletas. Grande parte dos alunos conseguiram descrever adequadamente quais eram as consequências do aquecimento global para a natureza, mas apenas 27% foi capaz de enumerar suas consequências para a sociedade, dentre elas citaram a perda de áreas férteis com a consequente redução na produção agrícola e pecuária e a disseminação de doenças. Acreditamos que os alunos poderia ter explorado melhor as consequências

econômicas. Seria importante citar os efeitos negativos que alcançariam a população costeira e também como o turismo e o ecoturismo poderia ser prejudicado.

4.3 Exame presencial

A partir da análise dos resultados do exame presencial percebe-se que a maioria dos alunos conseguiu identificar que as plantas realizam a fotossíntese e a respiração para manter o equilíbrio dentro de um ecossistema fechado e também reconhecem a fotossíntese como processo responsável pela produção de oxigênio. Não ficou tão claro para eles que esse processo também é responsável pela produção de matéria orgânica que lhes serve de alimento. Aproximadamente 53% dos alunos considerou os sais minerais do solo como fonte de alimento das plantas. Com tal resultado inferimos que o tema fotossíntese é bem amplo, complexo e de difícil compreensão por parte dos estudantes, logo, eles foram capazes de consolidar parte do conhecimento, mas não compreenderam o processo como um todo, não atingindo todos os objetivos dessas questões. Muitas vezes conhecimentos não-formais transmitidos por familiares e amigos são difíceis de serem substituídos pelo conhecimento formal fornecido pela escola. Vale ressaltar as palavras de Torres, Araújo e Melo (2015), que consideram a importância de se tornar o ensino de fotossíntese mais fácil de ser compreendido, pois este é um processo vital, e que abrange vários outros temas.

O resultado das questões relacionadas ao ciclo do carbono demonstram que os educandos apresentaram dificuldades em reconhecer a dinâmica de tal substância no ambiente e novamente não foram capazes de atingir seus objetivos. Houve uma grande incidência de erros ao identificar o processo responsável por devolver carbono à atmosfera, onde a maioria dos alunos respondeu fotossíntese ao invés de respiração, mas acreditamos que nesse caso a dificuldade encontrava-se na interpretação da questão. Um outro fator que levou a erros foi a utilização de um diagrama responsável por ilustrar o ciclo do carbono. Na realização do plano de estudos o aluno não teve que pesquisar nem representar nenhum diagrama parecido, logo, acreditamos que este seja o motivo que justifique a baixa incidência de acertos nesta questão.

Os resultados dos alunos nas questões que relacionavam fotossíntese, ciclo do carbono, aquecimento global e desmatamento foram satisfatórios. Eles

conseguiram compreender as consequências do desmatamento e vincularam fotossíntese ao sequestro do carbono e seu efeito na amenização do aquecimento global. Também conseguiram identificar a necessidade de se reduzir a emissão de dióxido de carbono como tentativa de reverter tal processo. Logo, os objetivos de tais questões foram atingidos. Acreditamos que este resultado reflete a relevância das discussões, questionamentos e explicações ocorridas no ato da entrega do plano de estudos. Houve um nítido amadurecimento de ideias se comparadas as respostas do plano de estudos e do exame presencial, demonstrando uma maior conscientização dos alunos com relação aos problemas ambientais. Como consequência espera-se que esse novo conhecimento construído leve à transformação de suas atitudes no sentido de se buscar uma maior preservação ambiental. Isso vai ao encontro das instruções de Silva e Oliveira (2016), que ainda destacam a importância de se refletir sobre as possíveis formas de minimizar a degradação da natureza provocada pelo ser humano, tais como o aquecimento global, desmatamento, queimadas, dentre outros.

A análise das questões socioambientais demonstram a capacidade dos alunos em compreender que as mudanças climáticas afetam não só o meio ambiente, mas toda nossa sociedade, alcançando o objetivo almejado. Acreditamos novamente que tal resultado seja consequência das explicações complementares que eles receberam ao entregar o Plano de Estudos. Os efeitos socioambientais provocados pelo desenvolvimento científico, tecnológico, social e econômico são claros objetivos CTSA segundo pondera Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), logo, eles foram abordados exaustivamente, já que este era um dos focos desta sequência didática. Foi possível perceber que os alunos apresentaram maior dificuldade em uma das questões que exigia deles grande habilidade em interpretação, com alternativas contendo alto grau de especificidade. Acreditamos que se esta questão fosse abordada de modo mais simples, com um grau de exigência menor, o índice de acertos seria grande. Isso pode ser um demonstrativo de que os alunos não são preparados adequadamente, durante o ensino fundamental, para este tipo de questão, e tal resultado nos leva a repensar as formas de se trabalhar o ensino de ciências durante todo o percurso acadêmico da criança e adolescente.

5 Conclusão

Analisando todo o desenvolvimento do estudo descrito neste artigo pode-se inferir que a maioria dos objetivos foi alcançado, uma vez que as questões do plano de estudos foram capazes de captar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto e sugerir pesquisas que os direcionaram no sentido de perceber qual a relação existente entre a fotossíntese e o aquecimento global. No ato da entrega do plano de estudos eles foram estimulados a analisar os resultados observados na atividade prática e relacioná-las a problemas ambientais existentes atualmente. Em um contexto diferenciado como o CESEC, onde o professor não tem oportunidade de fazer nenhuma intervenção expositiva do conteúdo, percebemos que o plano de estudos fez um importante papel de mediador da pesquisa e, conseqüentemente, do conhecimento.

Com a análise dos resultados do plano de estudos e do exame presencial percebe-se que os alunos consolidaram grande parte do conhecimento e conseguiram compreender as conseqüências ambientais provocadas pelo desenvolvimento social, científico e tecnológico de acordo com a abordagem CTSA proposta por este trabalho. A capacidade dos alunos identificarem a importância de um desenvolvimento sustentável aumentou visivelmente. Espera-se que eles sejam capazes de ajudar a difundir tal conhecimento, sendo conscientizadores dentro de seu vínculo social, e agindo ativamente dentro daquilo que lhe couber.

Os estudantes apresentaram algumas concepções erradas sobre o tema fotossíntese, ciclos biogeoquímicos e aquecimento global, bem como dificuldades em interpretar o enunciado de algumas questões. Observar esses equívocos é importante para uma melhor análise crítica dos resultados deste projeto de pesquisa e permite que novos trabalhos sejam realizados de forma a sanar tais problemas.

6 Referências

ACSELRAD, Henri; LEROY, Jean P. **Novas premissas da sustentabilidade democrática**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, nº1, 1999.

ARAUJO, Sirlene Nunes. **Produção de uma sequência didática com abordagem socioambiental na educação de jovens e adultos**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional Educação e Docência, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

BAZZO, Walter A.; LINSINGEN, Irlan Von; PEREIRA, Luiz T. do Vale. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero-América. Organização dos Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI) Madri, Espanha, 2003.

BRASIL. (1996). Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_idbn1.pdf> Acesso em 23 Out. 2019.

BRASIL. (2000). Resolução CNE/CEB Nº 1, de 5 de Julho de 2000: **Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação e Jovens e Adultos**. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB012000.pdf>> Acesso em 23 Out 2019.

EISEN, Y.; STAVY, R. **Student's understanding of Photosynthesis**. The American Biology Teacher, v. 50, nº 4, 1988.

FRACALANZA, H. **As pesquisas sobre educação ambiental no Brasil e as escolas: alguns comentários preliminares**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2004.

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, p.3. 1987.

HOGAN, Daniel Joseph. **Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável**. Lua Nova: Revista de Cultura e Política, nº 31, p. 57-78 São Paulo, 1993

MINAS GERAIS (2007). **Conteúdo Básico Comum (CBC) de Biologia do Ensino Médio**. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B34F10634-1508-447C-BC5A-3E45DC2D7A01%7D_biologia.pdf> Acesso em 24 Out. 2019.

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. **Abordagem CTS e o conceito químico verde: possíveis contribuições para o ensino de química**. ACTIO Docência e Ciência, Curitiba, v. 2, p. 193-210, 2017

OLIVEIRA, A. L.; OBARA, A. T.; RODRIGUES, M. A. **Educação Ambiental:**

concepções e práticas de professores de ciências do ensino fundamental. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. V. 6, Nº3, 2007

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

REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. **Controvérsias sócio-científicas e práticas pedagógicas de jovens professores.** Investigações em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. V. 10, N. 2, 2005

SIMPSON, M.; ARNOLD, B. **Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level.** Journal of Biological Education, v. 16 p.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.** Ciência & Educação 110 schools. Journal of Research in Science Teaching, v. 25, p. 361 – 374, 1988.

SILVA, S. C. G. M.; OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa trabalhada como proposta CTS com a temática aquecimento global para a Educação Básica.** Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, 2016

TORRES, D. F.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, A. V. **O estudo da fotossíntese vegetal no 3º ano do ensino médio: Relações com concepções alternativas.** X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, 2015

TRAZZI, P. S. S.; OLIVEIRA, I. M. **O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de biologia.** Revista Ensaio. v. 18, n. 1, p. 85–106. Belo Horizonte, 2016

VIEIRA, Kátia R. C. F.; BAZZO, Walter A. **Discussões acerca do aquecimento global: Uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula.** Ciência & Ensino, v. 1, 2007