



**Universidade de Brasília (UnB)
Curso de Especialização em Ensino de Ciências
(Ciência é 10!)**

**INVESTIGANDO A ABSORÇÃO DE CO₂ PELA
VEGETAÇÃO ATRAVÉS DA FOTOSSÍNTESE**

Greifell Santos de Oliveira

Orientador: Dr. Mauro Eloi Nappo

**Brasília-DF
2021**

Greifell Santos de Oliveira

**INVESTIGANDO A ABSORÇÃO DE CO₂ PELA VEGETAÇÃO ATRAVÉS DA
FOTOSÍNTESE**

Monografia submetida ao curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão.

Orientador: Dr. Mauro Eloi Nappo

**Brasília-DF
2021**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

OO48i

Oliveira, Greifell Santos de

INVESTIGANDO A ABSORÇÃO DE CO₂ PELA
VEGETAÇÃO ATRAVÉS DA FOTOSÍNTESE

Greifell Santos de Oliveira; Orientador Dr. Mauro Eloi Nappo.
Brasília, 2021. 40 p. Monografia (Especialização - Curso de
Especialização em Ensino de Ciências)

Universidade de Brasília, 2021.

1. Ciências. 2. Dióxido de Carbono. 3. Ensino.

4. Fotossíntese. 5. Investigação.

I. Dr. Nappo, Mauro Eloi.



INVESTIGANDO A ABSORÇÃO DE CO₂ DE PELA VEGETAÇÃO ATRAVÉS DA FOTOSÍNTESE

INVESTIGATING THE ABSORPTION OF CO₂ FROM BY VEGETATION THROUGH PHOTOSINTESE

Greifell Santos de Oliveira

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em 13/11/2021, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. Dr. Mauro Eloi Nappo, UnB
Orientador

Prof. Dr. Wesley Pereira da Silva, UnB
Membro Convidado

Prof. Ma. Nathália Hernandes Turke, UEL
Membro Convidado

A Deus;
À minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e disposição;

A minha esposa, Renata, pelo apoio e colaboração;

Ao orientador, Dr. Mauro Eloi Nappo, pelo seu profissionalismo e dedicação;

Ao Eduardo Barbosa, Diretor do Colégio Estadual Plínio Jaime, pelo apoio ofertado;

Ao professor Denes Ferraz, por ter cedido suas aulas;

A coordenação matutina do Colégio Estadual Plínio Jaime, pela ajuda oferecida;

A Universidade de Brasília (UNB) e toda equipe do Ciência 10, pela oportunidade e apoio para a realização do curso;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por possibilitar a realização deste curso.

A todos que contribuíram diretamente e indiretamente.

“Você não pode ensinar nada a ninguém, mas pode ajudar as pessoas a descobrirem por si mesmas,” Galileu Galilei.

RESUMO

É comum ouvirmos em vários meios de comunicação que uma das funções mais importantes da vegetação é ajudar a regular a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera do nosso planeta. Encontramos nos livros relacionados a esta temática que, apesar de a vegetação absorver o dióxido de carbono, ela também emite este gás. Sendo assim, questionamos: qual a importância da vegetação ao analisar o seu papel na absorção do dióxido de carbono? Este trabalho traz como tema a investigação da absorção do dióxido de carbono pela vegetação através da fotossíntese. Foi desenvolvido a partir da aplicação de um experimento investigativo durante duas aulas de ciências, ministradas para estudantes do nono ano do ensino fundamental da rede estadual de ensino do estado de Goiás. Como referencial teórico foi realizado um levantamento bibliográfico e considerada a literatura relacionada. O objetivo deste trabalho foi proporcionar aprendizagem ativa de ciências, utilizando metodologia investigativa, associando teoria à prática. Foi concluído que os resultados, apresentados em curto período de tempo, foram satisfatórios e que a utilização do ensino por investigação foi uma boa ferramenta para melhorar a compreensão dos alunos em relação ao tema investigado.

Palavras-chave: Ciências. Dióxido de Carbono. Ensino. Fotossíntese. Investigação.

ABSTRACT

It is common to hear in various media that one of the most important functions of vegetation is to help regulate the amount of carbon dioxide (CO₂) present in the atmosphere of our planet. We find in the books related to this theme that, although the vegetation absorbs carbon dioxide, it also emits this gas. Thus, we ask: what is the importance of vegetation when analyzing its role in the absorption of carbon dioxide? This work aims to investigate the absorption of carbon dioxide by vegetation through photosynthesis. It was developed from the application of an investigative experiment during two science classes, taught to ninth-year elementary school students of the state school system of the state of Goiás. A bibliographic survey was carried out as a theoretical framework and the related literature was considered. The objective of this work was to provide active learning of sciences, using investigative methodology, associating theory with practice. It was concluded that the results, presented in a short period of time, were satisfactory and that the use of teaching by research was a good tool to improve students' understanding of the theme investigated.

Keywords: Carbon dioxide. Photosynthesis. Research. Sciences. Teaching.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
1.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.....	12
1.2 CARBONO NA NATUREZA.....	13
1.3 ABSORÇÃO DO CARBONO PELAS PLANTAS.....	16
1.4 PLANTAS C3, C4 E CAM: FIXAÇÃO DE CARBONO.....	19
2 CASO DE PESQUISA.....	23
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
4 RESULTADOS.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS.....	36
APÊNDICE A - Questionário diagnóstico	38
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	39
ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO E AUTORIZAÇÃO.....	40

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como foco principal abordar a realização de um experimento dentro da metodologia do ensino de ciências por investigação. Possui como objetivo proporcionar aprendizagem ativa de ciências associando teoria à prática. Para este propósito foi levantada uma questão problema para nortear a aplicação do experimento investigativo.

A questão problema foi gerada devido ao fato de recorrentemente ouvimos dizer em vários meios de comunicação que uma das funções mais importantes da vegetação é ajudar a regular a quantidade do gás carbônico, também chamado de dióxido de carbono (CO_2), presente na atmosfera do nosso planeta. Durante as aulas de ciências, encontramos nos livros que apesar da vegetação absorver o CO_2 , ela também emite este gás, sendo assim, qual a importância da vegetação ao analisar o seu papel na absorção do dióxido de carbono? Esta foi a questão abordada de forma investigativa.

O tema do experimento está relacionado aos processos de fotossíntese, o qual está ligado diretamente ao eixo temático ambiente e traz como propósito principal a realização de uma investigação sobre a absorção do dióxido de carbono pela vegetação, ele foi desenvolvido durante duas aulas de ciências, ministradas para estudantes do nono ano do ensino fundamental.

Carvalho *et al.* (1998) descrevem sobre o trabalho do professor dentro do ensino de ciências por investigação. Os autores evidenciam que o professor, quando trabalha dentro da metodologia investigativa nos conteúdos de ciências, precisa utilizar os aspectos próprios do fazer ciência conforme o método científico, permitindo que os estudantes tenham liberdade intelectual para criarem planos no sentido de resolver o problema proposto. Desenvolver o pensamento de forma crítica e reflexiva deve ser objetivo de maior importância dentro de uma abordagem investigativa para ensinar ciências, e não apenas tornar as aulas diferenciadas por meio da realização de experimentos (CAVALCANTE; SILVA, 2008; ANDRADE, 2011; APFELGRUN, 2014).

Quero destacar a importância do trabalho para o Ensino de Química, Biologia e Ciências. Muitas propostas são organizadas e apenas apresentadas aos professores da Educação Básica, o presente trabalho parte de uma realidade de sala

de aula com a implementação de uma metodologia de Ensino por Investigação, que coloca o estudante como protagonista para o acesso ao conhecimento. A realização de uma atividade prática investigativa se justifica devido à sua importância no ensino por investigação, uma vez que ela contribui para estimular os alunos a desenvolverem o espírito investigativo, buscando evidências e argumentações críticas de forma científica.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Carvalho et al. (1998), já defendiam que ensinar por meio da investigação é uma metodologia de ensino e aprendizagem muito eficaz, devido ao fato desta metodologia promover maior engajamento por parte dos estudantes, refletindo assim, na qualidade do ensino e no aprendizado, além de possibilitar um maior entendimento dos conceitos que envolvem o objeto ou o fenômeno investigado.

Apfelgrun (2014) argumenta que as atividades investigativas experimentais possibilitam ao aluno uma postura ativa na resolução de problemas para compreender e contextualizar os conteúdos abordados durante as aulas de ciências. Desta forma o aluno apresenta maior motivação e interesse pela busca do conhecimento.

Segundo Carraher, Carraher e Schliemann (1986), a metodologia tradicional de ensino e aprendizagem continua sendo a principal metodologia utilizada nas escolas de nível fundamental e médio. Este modelo de ensino aborda o conhecimento como uma série de meras informações que devem ser apenas repassadas mecanicamente aos estudantes, não possibilitando, na maioria das vezes, um aprendizado ativo e de forma plena.

Conforme Nogueira (2007), a maior parte dos conhecimentos ensinados ou repassados através da metodologia tradicional, com apenas aulas expositivas, sem possibilitar a participação ativa dos estudantes com o envolvimento na construção do seu próprio conhecimento, não tem estes ensinamentos realmente compreendidos pelos alunos. Na maioria das vezes são apenas memorizados e esquecidos em um curto período de tempo.

Para Nogueira (2007), o processo de fotossíntese gera muitas dúvidas quando trabalhado com os estudantes em sala de aula, isto acontece no ensino fundamental, e também no ensino médio. É um conteúdo complexo, que envolve conhecimentos científicos de forma interdisciplinar, como a química, a física, a biologia, a ecologia e muitos outros. Nogueira enfatiza que geralmente os livros didáticos colaboram com essa complexidade, porque dão mais ênfase às várias reações bioquímicas e biofísicas, não destacando a grande importância deste processo para a manutenção da vida neste planeta.

Nogueira (2007) evidencia que o fato de maior gravidade é quando o professor apenas reforça a abordagem contida nos livros didáticos, sem proporcionar aos alunos uma visão mais ampla e abrangente dos processos que estão associados a fotossíntese, desta forma, os estudantes são influenciados a apenas decorar conceitos ou a equação da fotossíntese.

Souza e Almeida (2002) afirmam que entre os estudantes existe certa inclinação em identificar a respiração da vegetação como sinônimo de fotossíntese. Este é um dos obstáculos encontrados ao trabalhar com os alunos este assunto, devido aos dois processos envolverem a troca gasosa, levando os alunos a concluir que ambos os processos são a mesma coisa.

De acordo com Rodrigues e Borges (2008), existe concordância entre os pesquisadores em relação a importância de uma abordagem metodológica que permita aos alunos desenvolverem conhecimentos práticos e conscientes em relação ao aprendizado de ciências, contribuindo assim, para o desenvolvimento intelectual do indivíduo e apresentando uma forma de raciocinar que possa ser empregada na solução de problemas diários. Neste contexto a metodologia de ensino por investigação é a mais adequada, possuindo as características desejadas para proporcionar o ensino e aprendizagem de forma plena.

1.2 CARBONO NA NATUREZA

Conforme Ferreira (2021), o carbono é um dos elementos mais abundantes e versáteis que encontramos na natureza, sendo encontrado em quase tudo que existe no planeta, como na água, na atmosfera, no solo, nos minerais, em combustíveis fósseis, biocombustíveis e na estrutura das proteínas que compõem os seres vivos.

Ele é fundamental na formação da estrutura do DNA (ácido desoxirribonucleico), que é o ácido nucleico relacionado com a transição da hereditariedade, pois possui as informações das características genéticas de cada ser vivo.

Ferreira (2021) evidencia que o carbono também é encontrado dissolvido na água e ligado ao oxigênio, formando a composição do gás carbônico (CO_2) que está presente na atmosfera. O autor ressalta que, apesar deste elemento estar associado negativamente com o aquecimento global, ele também faz parte de ciclos vitais, como o ciclo da fotossíntese e da respiração celular; ele ainda tem um ciclo próprio que é chamado de ciclo do carbono.

De acordo com Santos (2021a), o ciclo do carbono é um ciclo biogeoquímico complexo e pode ser dividido em duas etapas: o ciclo geológico do carbono e o ciclo biológico do carbono. No ciclo geológico, o carbono possui uma série de reservatórios, como: as rochas, os solos, os ecossistemas aquáticos e a atmosfera. O ciclo biológico é a etapa em que ocorre a participação dos seres vivos através da absorção do carbono por meio da fotossíntese, e da liberação por meio da respiração, decomposição e de ações humanas que emitem o dióxido de carbono.

Conforme descrito por Santos (2021a), o dióxido de carbono que está presente na atmosfera terrestre pode ser emitido por fontes antrópicas e fontes naturais. Ele é um gás necessário para a manutenção da vida no planeta e faz parte dos gases de efeito estufa, que são responsáveis por manter a Terra aquecida e conseqüentemente a existência da vida como a conhecemos.

No efeito estufa, a radiação solar que incide sobre a terra tem uma parte refletida de volta para o espaço e a outra parte é absorvida pelo planeta. Entretanto, tem-se observado um crescente aumento na concentração de CO_2 na atmosfera terrestre e conseqüentemente está ocorrendo o aumento da temperatura global provocando uma série de mudanças no clima, poluindo o ar nas grandes cidades e ocasionando problemas respiratórios em milhares de seres humanos (SANTOS, 2021a).

Fogaça (2021) deixa claro que para diminuir as emissões de CO_2 na atmosfera do planeta é preciso adotar fontes de energia limpa. Este termo refere-se àquelas fontes que não contribuem de forma expressiva para o aumento da quantidade de dióxido de carbono e, conseqüentemente, não aumenta o efeito estufa e não

intensifica os problemas causados pelo aquecimento global. Como exemplo de fontes de energia limpa temos: a energia solar, a energia eólica, a energia maremotriz e outras. Em relação a energia usada para a movimentação de veículos, um exemplo de energia limpa é aquela extraída da biomassa como o biodiesel e o etanol, estes biocombustíveis são menos poluentes em relação aos combustíveis fósseis.

De acordo com Fogaça (2021), os combustíveis fósseis, que são os derivados do petróleo, emitem grande quantidade de gás carbônico desde a sua extração até a sua queima, interferindo no ciclo do carbono. O autor afirma que os biocombustíveis não interferem expressivamente no ciclo do carbono descrevendo que:

Para mostrar como esses combustíveis não interferem expressivamente no ciclo do carbono, vamos citar como exemplo o biodiesel, que pode ser produzido a partir de vários óleos vegetais, tais como soja, amendoim, mamona, algodão, babaçu, palma, girassol, dendê, canola, gergelim e milho. Ao serem queimados, assim como qualquer material orgânico, os biocombustíveis também liberam dióxido de carbono. Todavia, esse gás volta a fixar-se no vegetal durante o seu crescimento por meio da fotossíntese. Desse modo, o balanço de carbono fica baixo quase igual a zero para a atmosfera e, por isso, esses combustíveis são considerados “limpos” (FOGAÇA, 2021).

Apesar de o CO₂ ser capaz de desencadear uma série de alterações no clima e ocasionar problemas na saúde humana, quando se encontra em altos níveis de concentração, é indispensável, por ser um dos elementos fundamentais no processo de fotossíntese dos seres produtores como as plantas. Estas são organismos autotróficos (sintetizam seu próprio alimento) e estão na base da cadeia alimentar, produzindo grande parte da matéria orgânica consumida pelos demais seres heterotróficos (não sintetizam seu próprio alimento).

Santos (2021b) descreve que a cadeia alimentar é formada por meio das relações entre os diversos seres vivos para a obtenção de energia através da alimentação. De forma simples, a cadeia alimentar pode ser definida como a sequência de seres vivos que se alimentam uns dos outros nos diferentes níveis tróficos. Os seres que fazem parte desta cadeia são classificados como seres produtores, consumidores e decompositores, e cada um representam um nível trófico, que é o posicionamento que cada ser vivo ocupa dentro da cadeia alimentar. Os seres produtores são autotróficos, como as algas e os vegetais; os consumidores são os heterotróficos, como os animais; e os decompositores são os organismos capazes de

realizar a decomposição da matéria orgânica, como os fungos e as bactérias.

Dias-filho (2006) descreve sobre o carbono e o seu fluxo dentro da cadeia alimentar relatando que:

O carbono é um dos constituintes fundamentais da vida, estando dentre os dez elementos químicos mais abundantes do Universo conhecido. Na Terra, ele está presente em todas as substâncias orgânicas, desde o ácido desoxirribonucleico (DNA) até os combustíveis fósseis. Por intermédio das cadeias alimentares, o carbono incorporado pela fotossíntese de plantas e fitoplanctons transporta-se para os animais que se alimentaram dessas plantas e fitoplanctons. Animais que se alimentam desses animais também incorporam o carbono presente nesse alimento, (DIAS-FILHO, 2006, p.10-11).

As algas e algumas bactérias clorofiladas são organismos que, assim como as plantas, também realizam fotossíntese e durante este processo ocorre a absorção do dióxido de carbono, a fixação do carbono e a liberação de oxigênio (O_2), que será utilizado por grande parte dos seres vivos no processo de respiração. Durante o processo de fotossíntese, o carbono que é absorvido e fixado, é empregado na síntese de moléculas orgânicas (biomassa). Outras bactérias e organismos que realizam a quimiossíntese também absorvem o CO_2 para produzir biomassa viva e oxigênio (SANTOS, 2021c). Absorção de carbono pelas plantas é um processo natural, para entender como ocorre esta absorção é preciso rever alguns conceitos relacionados ao processo de fotossíntese.

1.3 ABSORÇÃO DO CARBONO PELAS PLANTAS

Esta revisão aborda de forma geral e breve alguns conceitos que envolvem a absorção do CO_2 pela vegetação através da fotossíntese. É importante ressaltar que não tem como propósito aprofundar os vários mecanismos fisiológicos, químicos e físicos que envolvem todo o processo de fotossíntese, mas tem por finalidade propiciar a fundamentação teórica mínima empregada na atividade investigativa.

Cerqueira e Rocha (2007) evidenciam que a fotossíntese pode ser considerada um dos processos mais importante em nosso planeta. Isto se deve ao fato de que este processo está relacionado à produção de oxigênio e à absorção do gás carbônico para a síntese de compostos orgânicos que são essenciais para a sobrevivência dos

organismos que não possuem a capacidade de realizar fotossíntese. Organismos fotossintetizantes como a vegetação absorvem o dióxido de carbono e, utilizando a luz solar, calor e nutrientes em conjunto com a água, convertem o CO₂ absorvido em compostos orgânicos naturais.

Segundo Fogaça (2021), os compostos orgânicos são substâncias formadas pelo elemento carbono, estão presentes em compostos artificiais (sintéticos) e em compostos naturais, vegetais e animais. Alguns compostos naturais são encontrados na forma de álcoois, açúcares, proteínas, lipídeos, vitaminas, enzimas, óleos, gorduras, petróleo e outros. Já os compostos inorgânicos são formados pelos demais elementos e por compostos do carbono que têm origem mineral, como exemplo o carbonato de cálcio (CaCO₃) presente no mármore, o diamante e muitos outros.

Autores como Floss (2006) e Vieira *et al.* (2010) conceituam fotossíntese como construção ou síntese de matéria orgânica pela luz. Os autores explicam que as plantas têm a capacidade de capturar, transformar e armazenar a energia irradiada pelo Sol em compostos orgânicos naturais ricos em energia. Estes compostos, por sua vez, são sintetizados a partir da matéria prima inorgânica, como o dióxido de carbono, a água e sais minerais, na presença da luz solar e da clorofila.

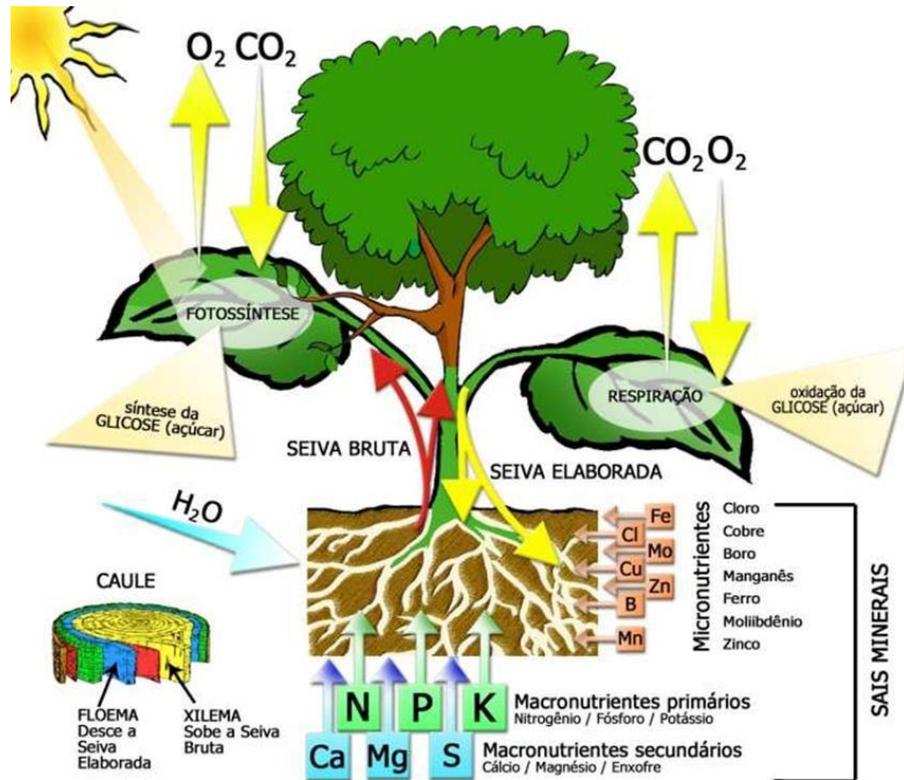
Nunes (2021), explica que a água e os sais minerais são extraídos do solo por meio da raiz e são conduzidos até as folhas através de canais existentes no interior do caule das plantas vasculares (Xilema) em forma de seiva bruta. A energia irradiada pelo Sol em forma de luz e calor é absorvida pelas folhas através de um pigmento de cor verde chamado de clorofila e o dióxido de carbono é absorvido da atmosfera através dos estômatos.

Conforme apresentado por Nunes (2021), a energia solar absorvida pela clorofila é empregada para transformar o CO₂ e os outros ingredientes absorvidos pela raiz em glicose (seiva elaborada). Essa substância rica em moléculas energéticas é conduzida através de um vaso condutor (Floema) para as outras partes da planta. A vegetação aproveita parte da glicose como alimento para manter suas funções vitais e a outra parte é armazenada em suas estruturas como a raiz, o caule, sementes e frutos, na forma de amido.

Floss (2006) especifica que parte da glicose sintetizada durante o processo de fotossíntese pode vir a integrar a biomassa do vegetal por meio da produção de

diversas substâncias orgânicas, como a lignina, lipídio, amido, celulose, pigmentos, proteínas, vitaminas, hormônios, enzimas, óleos, aminoácidos e outros. De forma a facilitar a compreensão da fotossíntese, a Figura 1 traz um esquema didático de seu processo e de algumas de suas características.

Figura 1- Características da fotossíntese



FONTE: <http://www.klimanaturali.org/2013/06/fotossintese-cracteristicas-da.html>

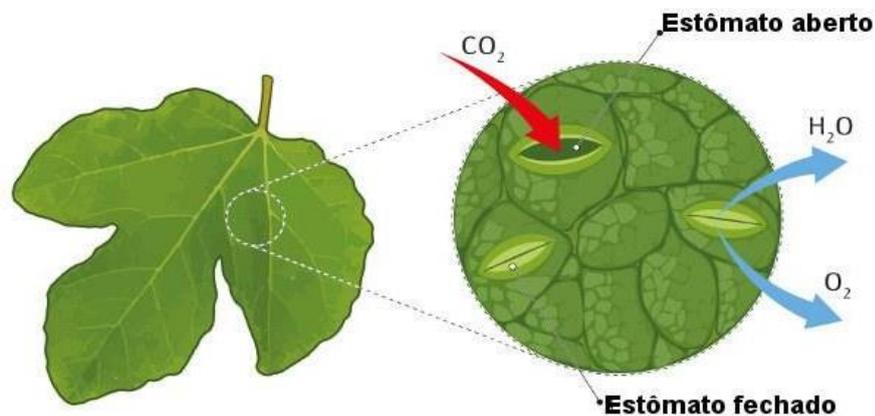
O processo de fotossíntese em plantas é constituído por duas fases: a fase clara e a fase escura. A fase clara também é chamada de fotoquímica e precisa da presença de luz, a qual é captada e transformada em energia química. A fase escura também é chamada de bioquímica e não depende necessariamente da presença de luz. É nessa fase que ocorrem as reações de assimilação do carbono usando a energia que foi gerada na fase clara da fotossíntese (FLOSS, 2006).

As plantas utilizam a luz do Sol para fixar a molécula de carbono do dióxido de carbono presente na atmosfera e, ao mesmo tempo, ocorre a liberação das moléculas de oxigênio. Este processo é muito importante, pois é a partir da energia captada e sintetizada em compostos pela vegetação que muitos outros seres vivos conseguem obter alimentos e se desenvolver (FLOSS, 2006).

De acordo com Floss (2006), o aparato fotossintético nas plantas é constituído de três estruturas básicas: folha, cloroplasto, clorofila e outros pigmentos. A folha possui a função estrutural onde se abriga as células contendo organelas; o cloroplasto é uma organela que está na estrutura celular; a clorofila está nos cloroplastos e é a responsável pela assimilação da luz solar. Nas plantas os cloroplastos podem estar em diferentes partes, no entanto costumam ocorrer em maior quantidade nas folhas.

De acordo com Vieira *et al.* (2010), os estômatos são aberturas microscópicas na epiderme vegetal, conforme pode ser visualizado na Figura 2. São as principais estruturas presente na vegetação, responsáveis pela regulação das trocas gasosas, como a entrada e a saída de CO_2 , O_2 e vapor de água. Eles também estão presentes em maior quantidade nas folhas, possibilitando as trocas gasosas entre o interior da folha e a atmosfera.

Figura 2- Estômatos e a regulação das trocas gasosas



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/fotossintese.htm>

1.4 PLANTAS C₃, C₄ E CAM: FIXAÇÃO DE CARBONO

Segundo Marcel (2014), muitas plantas abrem seus estômatos para absorver o CO_2 durante a fotossíntese. O processo de absorção e incorporação do carbono pela vegetação é chamado de fixação de carbono, nome mais utilizado. O autor explica que durante a ocorrência destes processos a planta perde água por meio da fotossíntese, principalmente, a radiação solar provoca o aumento da velocidade das reações químicas que ocorrem nas plantas por causa do calor transmitido e este calor, aliado ao calor gerado pelo aumento das reações metabólicas, favorecem a perda de água na vegetação.

Marcel (2014) descreve que, no decorrer do processo evolutivo da vegetação terrestre, surgiram três mecanismos diferentes em relação a forma de fixação do carbono e na perda de água destes vegetais, chamados de C_3 , C_4 e CAM. As plantas C_3 receberam este nome por causa do ácido 3-fosfoglicérico, que é formado após ocorrer a fixação das moléculas de CO_2 , e possuir três moléculas de carbono. As plantas com este mecanismo são muito abundantes e abrangem a maioria das espécies terrestres.

As taxas de fotossíntese das plantas que possuem o mecanismo C_3 são relativamente elevadas em todo o momento, tendo em vista que estas plantas conseguem atingir altas taxas de fotossíntese em locais com pouca intensidade de radiação solar. Como exemplos de plantas C_3 com importância econômica, podemos citar arroz, feijão, trigo, algodão, soja e muitas espécies de plantas arbóreas. Estas plantas são consideradas espécies que perdem muita água e ocorrem naturalmente em regiões com bastante quantidade de água disponível no solo (MARCEL, 2014).

Já as plantas C_4 possuem muita afinidade com o CO_2 . Elas receberam este nome devido ao fato de o ácido oxalacético, que é formado após o processo de fixação do carbono, possuir quatro moléculas de carbono. Como exemplo de plantas com este mecanismo e de importância econômica podemos citar a cana-de-açúcar, o milho e o sorgo. Marcel (2014) segue descrevendo que, por causa da alta afinidade com o CO_2 , as plantas que possuem o mecanismo C_4 têm grande vantagem em relação às plantas que possuem o mecanismo C_3 , porque elas conseguem viver em ambientes áridos.

Plantas C_4 só conseguem atingir as taxas máximas de fotossíntese quando estão sob elevadas intensidades de radiação solar, possibilitando que estas plantas fixem mais CO_2 por unidade de água perdida. Ou seja, elas perdem menos água que as C_3 durante a fixação e a fotossíntese. Plantas C_4 costumam ocorrer naturalmente em áreas sem sombra alguma, até mesmo em áreas áridas com pouca quantidade de água disponível no solo (MARCEL, 2014).

De acordo com Marcel (2014), as plantas que possuem o mecanismo CAM conseguem ser ainda mais econômicas quanto a utilização da água, em relação as plantas C_4 . Como exemplo de plantas CAM de interesse econômico podemos citar o abacaxi, o sisal, as abundantes espécies de cactos e orquídeas. As plantas com este

mecanismo ocorrem naturalmente em áreas desérticas ou com seca intensa.

As plantas com o mecanismo CAM têm a abertura dos estômatos durante a noite para evitar grande perda de água, ao mesmo tempo em que o CO₂ é captado e fixado através do ácido málico. Durante o dia os estômatos se fecham para não haver perda muito grande de água e o CO₂ fixado é, então, empregado na realização da fotossíntese sob altas intensidades de radiação solar (MARCEL, 2014).

Segundo Renner (2004), se ocorresse apenas a fotossíntese, já não existiria mais o gás carbônico na atmosfera do planeta e, como consequência disso, ocorreria queda na temperatura global por falta da presença do dióxido de carbono, porém, existe um processo que complementa a fotossíntese, chamado de respiração.

Renner (2004) segue explicando que, durante a respiração da vegetação, ocorre a liberação do CO₂ e de energia. Além disto, existem outros dois processos semelhantes à respiração, a decomposição de matéria orgânica e a queima de matéria orgânica, ambos seguem um caminho quase que idêntico ao da respiração ao promover a liberação do CO₂ para a atmosfera.

Vieira *et al.* (2010) descrevem que a respiração vegetal é indispensável para o desenvolvimento, o crescimento, e para a reprodução vegetal. Os autores ressaltam que a respiração é importante para manter a planta viva, e que durante este processo parte da energia, gerada e armazenada anteriormente durante a fotossíntese, é dissipada na forma de calor. A respiração é responsável pela produção de compostos indispensáveis ao metabolismo celular da planta.

No processo de respiração vegetal, as plantas utilizam o oxigênio da atmosfera para degradar os compostos foto assimilados. Este processo é inverso ao da fotossíntese, já que a energia guardada em compostos orgânicos é liberada em forma de ATP, sigla de adenosina trifosfato (molécula energética), para ser utilizada em processos fisiológicos de manutenção da estrutura física e para o crescimento da planta. A respiração ocorre em tecidos vegetais que não possuem clorofila e também nos tecidos que são clorofilados, quando eles estão na ausência de luz (FLOSS, 2006).

Cerqueira e Rocha (2007) descrevem que a assimilação do dióxido de carbono pela vegetação para produzir matéria depende de vários fatores como a quantidade de CO₂ disponível para as plantas e a intensidade da incidência de luz solar sobre

elas. Se aumentar a disponibilidade de CO₂ e a incidência de luz, a taxa de fotossíntese também irá aumentar exponencialmente até atingir o ponto máximo que cada espécie consegue suportar, este ponto é conhecido como ponto de saturação. Os autores explicam que:

A produção de massas vegetais, num povoamento florestal, origina-se da fotossíntese, ou assimilação do CO₂, do índice de área foliar e do tipo de folha. A assimilação de CO₂, que está intimamente relacionada com o consumo de água (transpiração), acontece por meio da entrada passiva através dos estômatos, cuja abertura é regulada principalmente pela intensidade da luz e o regime hídrico interno da planta. Desta maneira, o CO₂ é consumido predominantemente durante o dia e liberado durante os processos de respiração, formando-se um fluxo de CO₂ na planta e em torno dela. O fluxo de CO₂ ocorre na corrente que existe entre a planta viva (fixação), o ar (reservatório) e o solo (liberação de CO₂ a partir da matéria orgânica morta). (CERQUEIRA; ROCHA, 2007, p.1).

Conforme explicado por Beltrão, Cardoso e Do Vale (2007), um ecossistema que está no clímax ecológico (crescimento estabilizado), tem a captura de CO₂ muito baixa ou quase nula, ou seja, tem a captura de CO₂ (fotossíntese) igual a liberação (respiração e decomposição). Já em ecossistemas em crescimento, a retirada do dióxido de carbono do ar via fotossíntese é muito elevada.

Para Beltrão, Cardoso e Do Vale (2007) muitas espécies de plantas que tem alta produção de biomassa podem ser utilizadas em culturas para auxiliar na retirada do CO₂ atmosférico, por possuírem grande potencial na captura de carbono e síntese de compostos. Os autores reforçam que durante o processo de fotossíntese, o CO₂ presente na atmosfera é convertido em compostos orgânicos, e destacam que quanto maior for o crescimento da vegetação, maior será a quantidade de carbono retirado da atmosfera.

Renner (2004) descreve que por meio da assimilação do dióxido de carbono, da estocagem e da emissão, as florestas cumprem significativo papel no ciclo do carbono. Elas têm grande capacidade de absorção e retenção do carbono ao produzirem massa vegetal, são responsáveis por estocar grande quantidade de carbono, formando assim, um importante reservatório de carbono, com cerca de 80% de todo o carbono contido na vegetação terrestre e cerca de 40% do carbono existente nos solos.

Dentro dos contextos apresentados, o reflorestamento de áreas degradadas,

a preservação das florestas nativas, aliado ao manejo adequado dos váriostipos de florestas existentes no mundo, como por exemplo, as florestas tropicais, temperadas, coníferas, e até mesmo à implementação de florestas plantadas ou de sistemas agroflorestais, podem contribuir para aumentar potencialmente a retirada e a assimilação de grande parte do dióxido de carbono para a produção de alimentos, bens e serviços. Assim, é possível o desenvolvimento de forma sustentável e melhoria da qualidade de vida no planeta.

2. CASO DE PESQUISA

A experimentação foi realizada no mês de setembro de forma presencial em uma escola da rede estadual de ensino público, localizada dentro da zona urbana da cidade de Anápolis, Goiás. A instituição possui os anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino médio nos períodos Matutino, Vespertino e Noturno.

A realização da atividade investigativa experimental contou com a participação de vinte e dois estudantes na faixa etária entre quatorze e quinze anos, matriculados no nono ano do Ensino Fundamental. De forma geral a turma era composta por alunos tímidos. Apesar disso demonstraram bastante interesse durante a experimentação e participaram das discussões, respondendo oralmente os questionamentos, mesmo que de forma tímida.

O tema abordado durante a aplicação do experimento está inserido no programa de ensino da Secretaria de Estado de Educação (Seduc/GO), por meio da relação da fotossíntese com a transformação de energia luminosa em energia química.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A atividade investigativa foi trabalhada em duas aulas de cinquenta minutos cada. Na primeira aula foi aplicado um questionário diagnóstico (apêndice A), de modo a verificar o conhecimento prévio que os estudantes possuíam em relação ao tema. Este questionário possibilitou identificar qual era o nível de conhecimento dos alunos em relação a temática abordada e em quais questões tinham maior dificuldade, para que posteriormente tais questões pudessem ser trabalhadas com maior atenção

durante as discussões ao realizar a sistematização.

O questionário diagnóstico foi respondido de forma individual e sem identificar os participantes para permitir que os mesmos pudessem responder livremente. O referido questionário foi elaborado com cinco questões fechadas e duas questões abertas, para permitir coletar, analisar e avaliar os dados gerados de forma quantitativa e qualitativa. As questões foram elaboradas relacionando-as com a experimentação e com a questão problema, que foi a última das questões contidas no questionário. As questões que continham respostas fechadas foram avaliadas em respostas 'certas e erradas', já as questões abertas foram respondidas pelos estudantes de forma dissertativa e avaliadas como 'satisfatórias e não satisfatórias', incluindo as questões não respondidas como insatisfatórias.

Na primeira aula também foi apresentada a experimentação a ser trabalhada na aula seguinte, visando despertar a curiosidade dos estudantes, envolvê-los e os motivar a buscarem mais conhecimentos teóricos sobre o tema em questão. Para a coleta de dados foi entregue aos alunos o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo A). Além disso, foi ofertado contato por meio do aplicativo *WhatsApp* para que os alunos pudessem esclarecer eventuais dúvidas relacionadas ao tema da experimentação, que ocorreu quatro dias depois, na segunda aula.

Na segunda aula foi trabalhado o experimento, realizada a sistematização e repassado o questionário diagnóstico. A sistematização foi realizada a partir de questionamentos para promover uma discussão com a participação dos estudantes e incentivá-los a expor suas observações ou considerações relacionadas ao conteúdo abordado.

Durante a sistematização, na segunda aula, além dos questionamentos contidos no questionário diagnóstico, também foi discutido de forma rápida, os problemas que envolvem as altas emissões de CO₂ na atmosfera terrestre e a importância da vegetação em relação ao processo de absorção do dióxido de carbono que havia sido observado na experimentação.

Na realização da atividade investigativa foi utilizado um experimento encontrado no livro de volume 13, da coleção 'explorando o ensino', o qual tem como foco central os temas que envolvem as mudanças climáticas. O experimento escolhido está intitulado como "Absorvendo CO₂", e encontra-se na página 188. Para realizar o

experimento foram utilizados os seguintes materiais (Figura 3):

- Dois recipientes de vidro iguais no tamanho, na forma e com tampa;
- Duas velas novas e com o mesmo tamanho;
- Fósforos e isqueiro;
- Massa de modelar;
- A mesma quantidade de água dentro dos recipientes;
- Folhas de árvores ou arbustos recém coletadas, verdes, saudáveis e limpas.

Figura 3- Materiais utilizados



Fonte: Elaboração própria

Os procedimentos seguidos na experimentação foram os seguintes: Alguns pedaços de massa de modelar foram usados para afixar as velas em pé no fundo dos dois recipientes de vidro, que foram colocados ao ar livre, expostos ao Sol, lado a lado. Posteriormente foi adicionado água nos dois recipientes até cobrir parte das velas.

Em um dos recipientes foram colocadas as folhas recém-colhidas até cobrir toda a superfície da água. Quanto mais folhas fossem colocadas na água, melhor seria. Foi recomendado aos alunos para tomarem cuidado para não esmagar as folhas, pois elas precisariam estar inteiras.

Figura 4- Recipientes preparados



Fonte: Elaboração própria

Após acender o pavio das duas velas, os recipientes de vidro foram fechados simultaneamente com as suas tampas, de maneira que nenhum ar pudesse entrar ou sair dos recipientes. Ao acender os pavios suas chamas começaram a consumir oxigênio, pois o oxigênio é um ingrediente necessário para ocorrer a combustão e a queima do combustível, que neste caso foram os pavios das velas, sem este gás não é possível ocorrer o processo de queima nas velas. Ao mesmo tempo em que as chamas consumiram o oxigênio, elas também emitiram o gás carbônico, que é o produto da queima de um combustível.

Os alunos observaram o que estava acontecendo após os recipientes de vidro serem fechados com as velas acesas e perceberam que, após alguns instantes, as duas velas começaram a se apagar, no entanto, a vela do recipiente de vidro contendo folhas demorou mais tempo para apagar. O fato citado aconteceu porque as duas velas acesas consumiram todo o oxigênio existente dentro dos recipientes, apesar disso, no recipiente em que havia folhas verdes ocorreu fotossíntese e assim houve o consumo de gás carbônico e a liberação de oxigênio, permitindo que esta vela ficasse acesa por mais tempo.

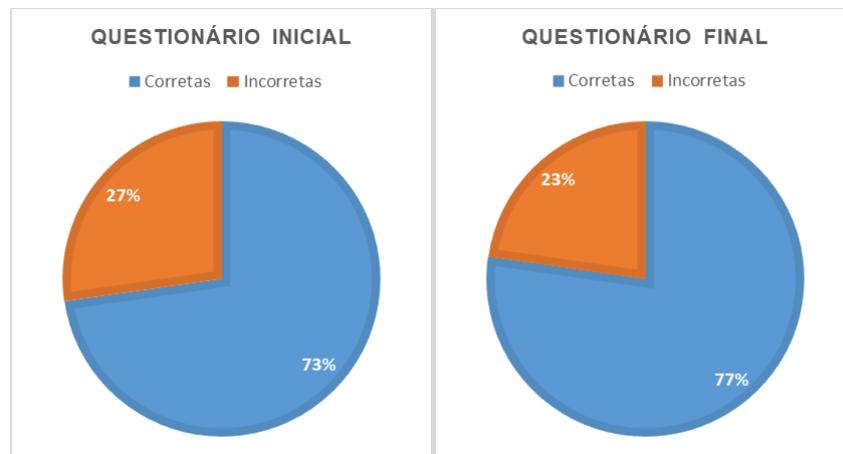
4. RESULTADOS

Os dados coletados com a aplicação dos questionários de diagnóstico inicial e final estão apresentados nos gráficos em forma de pizza, que foram gerados para as questões de múltipla escolha e para as questões dissertativas. As questões de

número um a cinco eram de múltipla escolha e possuíam duas alternativas, no entanto, apenas uma das alternativas possuía a conceituação correta. As questões de número seis e sete eram dissertativas e foram respondidas ou deixadas sem respostas pelos alunos, conforme seus entendimentos e conclusões. Na sequência, encontra-se a primeira questão objetiva:

- **Questão 1-** O que é fotossíntese?
- **Alternativa correta-** É um processo pelo qual ocorre a conversão da energia solar em energia química para realização da síntese de compostos orgânicos.
- **Alternativa incorreta-** É um ciclo pelo qual ocorre a conversão da energia solar em energia química para realização da síntese de compostos sintéticos.

Figura 5- Resultado dos questionários



Fonte: Elaboração própria

Nota-se, ao analisar as respostas do questionário inicial, que a maioria dos estudantes já tinham conhecimento sobre a definição básica em relação ao que é fotossíntese. Por se tratar de uma turma de estudantes do nono ano, já era esperado que a maioria tivesse conhecimento sobre a definição básica deste fenômeno.

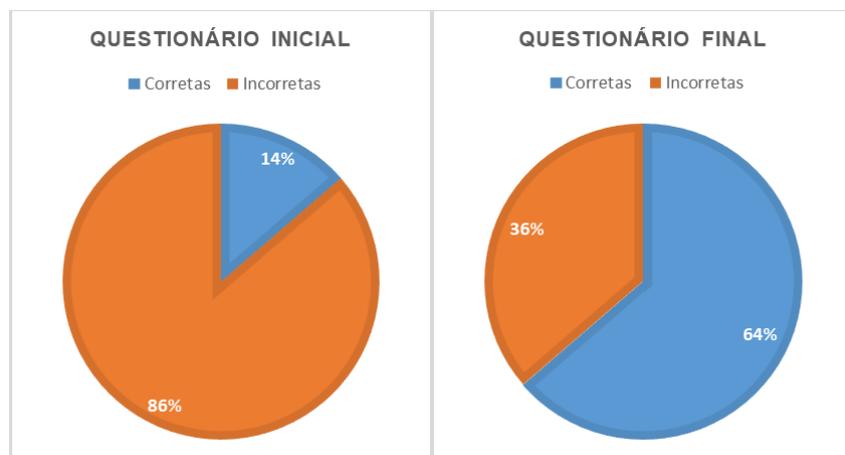
O fato de os participantes saberem o conceito básico de fotossíntese não implica necessariamente em afirmar que os mesmos compreendem plenamente a ocorrência deste fenômeno e suas implicações em toda a vida existente no planeta. Isto pode ser relacionada a metodologia tradicional de ensino, em que o aluno é levado a apenas decorar passivamente os conteúdos e as definições dos conceitos abordados sem poder questionar, discutir e investigar. Dessa forma, os estudantes

são levados a simplesmente reproduzir o que foi decorado.

Durante a aula em que foi realizado o experimento investigativo, foi possível abordar por meio de discussões e algumas reflexões, sobre a importância do processo de fotossíntese para a manutenção da vida em nosso planeta. Na sequência, encontra-se a segunda questão objetiva:

- **Questão 2-** Para as plantas realizarem com sucesso o processo de fotossíntese, além da luz, deve haver a utilização de quais outros elementos?
- **Alternativa correta-** Gás carbônico e água.
- **Alternativa incorreta-** Oxigênio e água.

Figura 7- Resultado dos questionários



Fonte: Elaboração própria

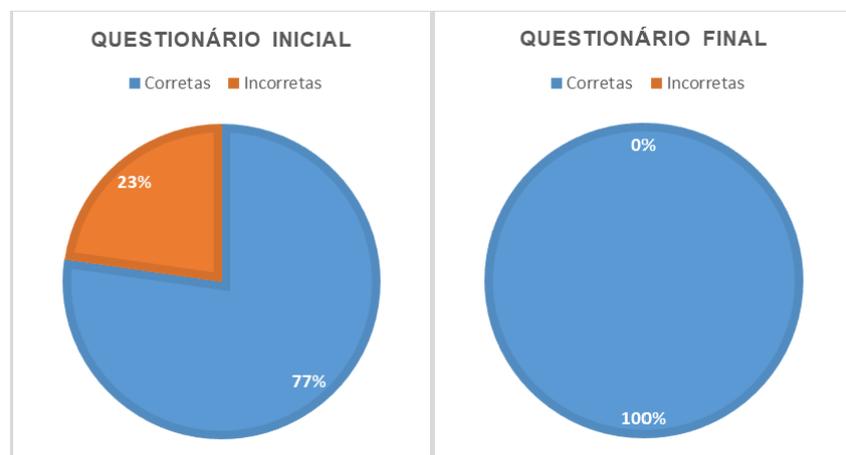
Na segunda questão ficou claro, ao comparar os resultados dos questionários inicial e final, que apesar de a maioria dos estudantes saberem a definição básica sobre o que é a fotossíntese, este conhecimento, que possivelmente foi apenas decorado, não possibilitou que os mesmos se atentassem para a utilização do CO_2 no processo de fotossíntese. Podemos observar no questionário inicial que grande parte dos participantes não conseguiram relacionar o CO_2 como um dos elementos essenciais para as plantas conseguirem realizar o processo de fotossíntese.

A experimentação investigativa durante a aula possibilitou aos participantes visualizarem a absorção do CO_2 pelas folhas que estavam dentro do recipiente com água exposto a luz solar, contribuindo assim, para que a maior parte dos estudantes percebessem a presença do CO_2 como um dos elementos fundamentais para as

plantas realizarem com sucesso o processo de fotossíntese. Na sequência, encontra-se a terceira questão objetiva:

- **Questão 3-** Quem consegue capturar a luz do Sol e possibilita a realização da fotossíntese nas plantas?
- **Alternativa correta-** A clorofila.
- **Alternativa incorreta-** A lignina.

Figura 8- Resultado dos questionários



Fonte: Elaboração própria

Nota-se que a maioria dos estudantes reconheceram a função básica da clorofila nas plantas. Provavelmente este fato está correlacionado ao enfoque que é dado durante as aulas de fotossíntese ao nome do pigmento de cor verde, responsável pela absorção da luz solar na vegetação. Geralmente encontramos este enfoque também nos livros didáticos, destacando a atuação da clorofila na absorção da luz solar.

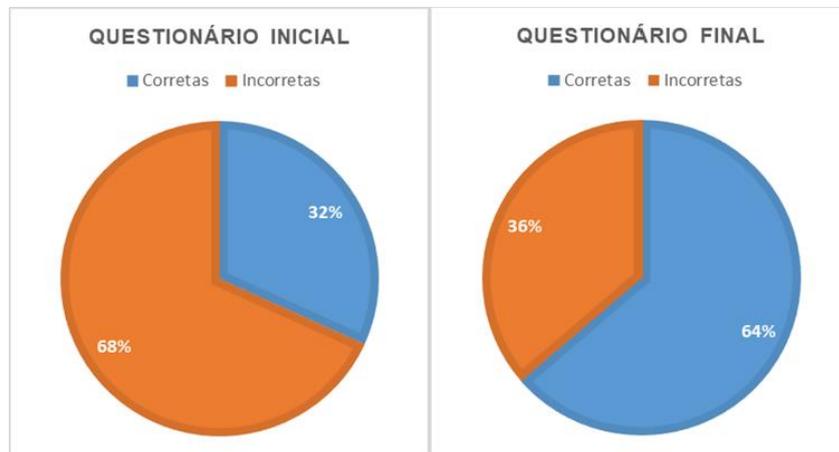
Foi percebido que pequena parte dos alunos não conseguiram responder corretamente esta questão no questionário inicial, possivelmente porque já não se lembravam. Também deve ser considerado que alguns estudantes não se interessam por este tema porque o considera complexo.

Ao explicar para os participantes sobre a importância de utilizar apenas folhas recém coletadas, verdes, saudáveis e limpas para preparar o experimento, foi possível abordar qual seria a função da clorofila contida nas folhas que estavam dentro do recipiente exposto a luz solar e, posteriormente, durante a sistematização, foi

discutida a importância do processo de fotossíntese para a vida. Na sequência, encontra-se a quarta questão objetiva:

- **Questão 4- Qual processo ocorre durante de respiração vegetal?**
- **Alternativa correta-** Absorvem o oxigênio do ar, eliminam gás carbônico.
- **Alternativa incorreta-** Absorvem o gás carbônico do ar, libera oxigênio.

Figura 9- Resultado dos questionários



Fonte: Elaboração própria

Nesta questão é possível verificar no resultado do questionário inicial, que muitos alunos tem dificuldades para compreender que as plantas também respiram, que durante o processo de respiração elas absorvem o oxigênio do ar e eliminam o gás carbônico (CO_2), ao contrário do processo de fotossíntese. Muitos alunos confundem o processo de respiração vegetal com o processo de fotossíntese ou tem em mente que a fotossíntese é a forma de respiração das plantas.

O experimento não estava diretamente ligado ao processo de respiração vegetal, mas possibilitou abordar esta questão após os alunos verificarem a absorção do CO_2 pelas folhas dentro do recipiente com a vela acesa. Foi possível abordar este tema por meio de questionamentos durante a discussão. Os participantes foram questionados se as plantas em algum momento poderiam absorver o oxigênio(O_2) e emitir o gás carbônico (CO_2). Na sequência, encontra-se a quinta questão objetiva:

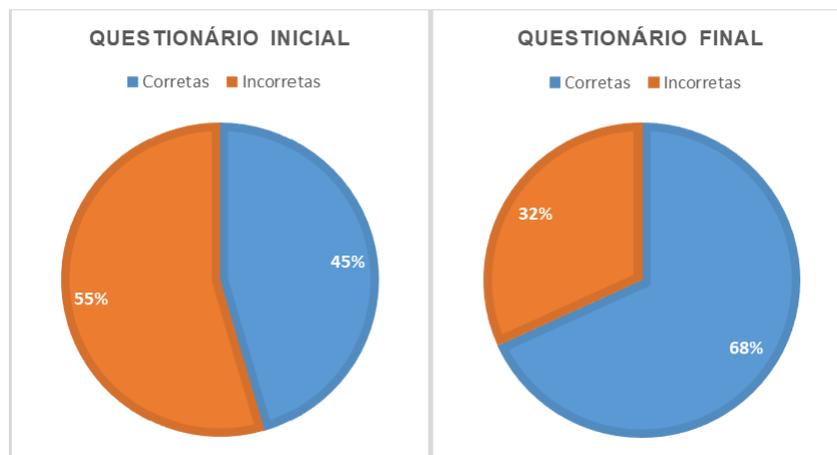
Questão 5- O que acontece com o CO_2 atmosférico que é absorvido pelas plantas?

Alternativa correta- É utilizado para a formação de compostos orgânicos como os

carboidratos e a celulose.

Alternativa incorreta- É utilizado para a formação de compostos inorgânicos como água e sais minerais.

Figura 10- Resultado dos questionários

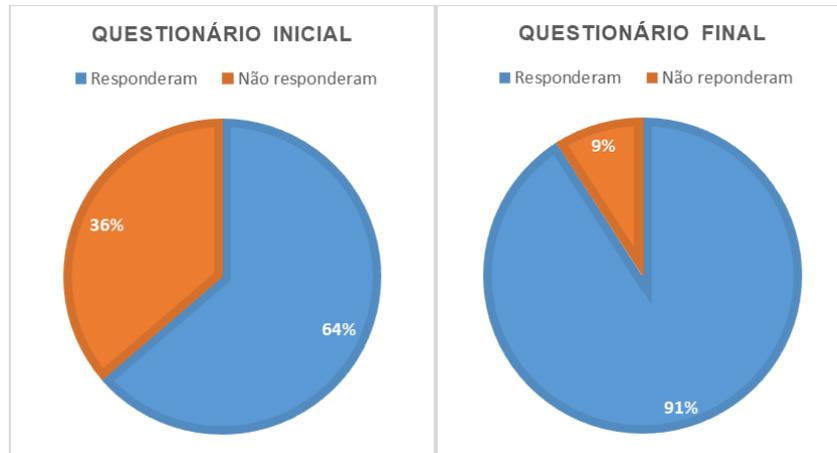


Fonte: Elaboração própria

Percebe-se, ao verificar os dados do primeiro questionário, que menos da metade dos alunos tinham consciência de que o dióxido de carbono absorvido pela vegetação no processo de fotossíntese é utilizado para a síntese de compostos orgânicos. Este é mais um conceito básico que encontramos nos livros didáticos, muitas vezes sem destacar a importância que tais compostos possuem para sustentar toda a cadeia alimentar, além de possibilitar a produção de bens e serviços.

Durante a discussão foi abordada a relevância do dióxido de carbono para o desenvolvimento das plantas e que através do processo de fotossíntese elas utilizam CO_2 na síntese de compostos orgânicos vegetais. Estes compostos proporcionam aos seres humanos a produção de bens e serviços como: a obtenção de madeira para a construção civil, fabricação de móveis, a criação de animais para a produção de proteína, extração de matéria prima para a fabricação de produtos farmacêuticos, para obtermos produtos alimentares como o pão, o arroz, as frutas e legumes, além dos óleos, fibras e muitos outros. Ao finalizar as discussões das questões objetivas, seguiremos para as questões dissertativas.

- **Questão 6-** Como podemos contribuir para retirar parte do CO_2 da atmosfera?

Figura 11- Resultado dos questionários

Fonte: Elaboração própria

Nesta questão dissertativa podemos perceber no primeiro questionário que uma expressiva porcentagem dos estudantes não conseguiu elaborar uma resposta com argumentos, mesmo aqueles que responderam, não conseguiram refletir para elaborar uma resposta completa ou condizente com a questão. Muitos dos participantes que responderam, apenas descreveram algumas ações que podem ser realizadas para não emitir mais dióxido de carbono na atmosfera. Segue abaixo algumas narrativas:

- “Evitar queimadas.” (Aluno A)
- “Não poluir o ar.” (Aluno B)
- “Implantar energia renovável.” (Aluno C)

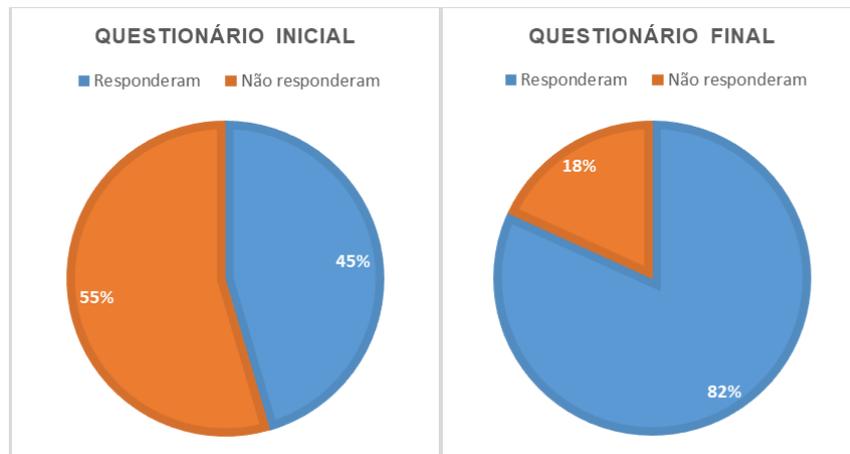
No segundo questionário já foi possível perceber que diminuiu a quantidade de estudantes que não conseguiram elaborar uma resposta com argumentações. Com associação do experimento investigativo, com as discussões e algumas reflexões sobre o tema abordado, aumentou a quantidade de respostas satisfatórias e condizentes com a questão. Segue abaixo algumas narrativas:

- “Convencer as pessoas de plantar em locais onde não tem plantas, pois as plantas utilizam o CO₂.” (Aluno A)
- “Podemos usar mais plantas para elas absorver mais CO₂, enquanto mais plantas, melhor será a absorção.” (Aluno B)
- “Plantar, quando plantamos retiramos parte do CO₂ da atmosfera.” (Aluno C)

Na sequência, encontra-se a questão problema:

- **Questão 7-** Apesar da vegetação absorver o CO₂, ela também emite este gás, sendo assim, qual a importância da vegetação ao analisar o seu papel na absorção do dióxido de carbono?

Figura 12- Resultado dos questionários



Fonte: Elaboração própria

Verifica-se, ao analisar os dados do questionário inicial, que houve grande quantidade de alunos que não conseguiram responder à questão, muitos relataram que não tinham conseguido compreender a questão para responde-la e alguns escreveram um ponto de interrogação no espaço destinado para descreverem suas respostas. Estes fatos sugerem que eles não conseguiram analisar o problema comparando a fotossíntese com a respiração vegetal, e desenvolver o raciocínio associando a absorção do CO₂ com a produção de compostos orgânicos.

Parte dos participantes que responderam à questão não conseguiram elaborar uma resposta de forma satisfatória. Muitos atribuíram a importância da vegetação apenas a produção do oxigênio e a purificação do ar, sem conseguir argumentar utilizando os conhecimentos ligados ao processo de fotossíntese, comprovando assim, que simplesmente reproduziram estes conceitos de forma mecânica. Segue abaixo algumas narrativas:

- “A vegetação é importante para nos dá oxigênio.” (Aluno A)
- “Limpa o ar e produz oxigênio.” (Aluno B)
- “Ela suga todo ar poluído e faz aumentar o ar limpo.” (Aluno C)

Após os estudantes participarem da aula investigativa com experimentação, se envolverem nas discussões, nas análises e reflexões durante a sistematização onde foram provocados a exporem suas observações, conclusões e seus conhecimentos, mesmo que fosse de forma tímida, os alunos participantes conseguiram argumentar melhor ao responder o questionário diagnóstico final, resultando no aumento de questões respondidas. Foram observadas nas narrativas dos estudantes, ao responderem essa questão problema, que as ideias contidas nas respostas foram aperfeiçoadas, ficaram mais coerentes e mais abrangentes. Segue abaixo algumas das narrativas:

- “As plantas que estão crescendo absorvem mais CO₂ e emite pouco, elas usam o CO₂ para produzir alimentos, madeira, remédios etc.” (Aluno A)
- “Elas tiram CO₂ do ar e armazena para crescer e produzir nosso alimento e dos outros seres vivos.” (Aluno B)
- “Quando elas tiram o CO₂ do ar para produzir os compostos elas também diminuem a mudança climática.” (Aluno C)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao utilizar a metodologia investigativa no ensino de ciências foi percebido que tal metodologia contribuiu para melhorar a compreensão dos estudantes em relação aos temas abordados em sala de aula. Esta metodologia de ensino tem a vantagem de permitir que o professor possa abordar o conteúdo de forma prática por meio da experimentação, além de permitir que o professor possa provocar os estudantes a participarem ativamente das aulas, desta forma, o ensino de ciências por investigação tem melhor efetividade ao comparar com a metodologia tradicional de ensino e aprendizagem.

As vantagens da metodologia investigativa foram confirmadas através dos resultados obtidos no questionário diagnóstico final, o qual demonstrou que a aplicação da atividade teve bons resultados, observando que a experimentação contribuiu para melhorar a interatividade dos estudantes com o conteúdo abordado e os motivando a participar do processo de forma ativa.

O experimento possibilitou aos estudantes verificarem a absorção do dióxido

de carbono pela vegetação através do processo de fotossíntese. Também contribuiu para despertar o espírito investigativo nos estudantes que foram incentivados a buscar o aprendizado de forma ativa por meio de observações, questionamentos, discussões e reflexões sobre as questões relacionadas ao tema abordado durante as aulas investigativas.

Nessas perspectivas conclui-se que os resultados apresentados em um curto período de tempo foram satisfatórios, e que a utilização do ensino por investigação foi uma boa ferramenta para melhorar a compreensão dos alunos em relação ao tema investigado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, G.T.B. Percursos históricos de ensinar Ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.3, n. 1, p.121-138, 2011.

APFELGRUN, C. **Avaliação do uso de atividades experimentais simples no ensino de ciências**. 2014. 31 f. Monografia (Pós-Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2014.

BELTRÃO, N. M; CARDOSO, G. D; DO VALE, L. S. **Balanco energético e sequestro de carbono em culturas oleaginosas**. Campina Grande: Embrapa Algodão-Documentos(INFOTECA-E), 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/20778/1/DOC167.PDF>. Acesso em: 02 jun. 2021.

CARRAHER, D. W; CARRAHER, T. N. e SCHLIEMANN, A. D. **Caminhos e descaminhos no ensino de ciências**. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 37, n. 6, p.889-896, 1986.

CARVALHO, A. P; VANNUCCHI, A. I; BARROS, M. A; GONÇALVES, M. E. R; REY, R. C. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. 1ª ed. São Paulo. Scipione. 1998.

CAVALCANTE, D. D; SILVA, A. F. A. Modelos didáticos de professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentação. *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, XIV, Curitiba, 2008. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

CERQUEIRA, D. B; ROCHA, F. W. Relação entre tipos de vegetação e fluxo de CO₂ no Bioma Caatinga: Estudo de caso em Rio de Contas- BA. IN, S. P. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Foz do Iguaçu-PR. 2007. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.00.29/doc/2413-2419.pdf>. Acesso em: 12 maio. 2021.

DIAS-FILHO, M. B. **A fotossíntese e o aquecimento global**. Belém: Embrapa Amazonia Oriental, 2006. 24p. Disponível em: http://www.diasfilho.com.br/Global_warming_Moacyr_DiasFilho.pdf. Acesso em: 25 ago. 2021.

FERREIRA, V. R. **Carbono**. Mundo Educação, 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/carbono.htm>. Acesso em: 19 out. 2021.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas, o estudo do que está por trás do que se vê**. 3. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 751p.

FOGAÇA. R. V. **Compostos orgânicos**. Mundo Educação, 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/compostos-organicos-.htm>. Acesso em: 03 out. 2021.

MARCEL, G. **Plantas C3, C4 e CAM: fixação de carbono**. Eu quero biologia, 2014. Disponível em: www.euquerobiologia.com.br/2014/02/plantas-c3-c4-e-cam-fixacao-de-carbono.html. Acesso em: 15 ago. 2021.

NOGUEIRA, S.S. **O ensino de fotossíntese e suas implicações na amenização do aquecimento global, para ensino fundamental**. Trabalho de Conclusão de Especialização. Faculdade de Educação. UFMG. Belo Horizonte, 2007.

NUNES, C. **Fotossíntese**. Fiocruz, 2021. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/infantil/fotossintese.htm>. Acesso em: 08 out. 2021.

RENNER, R. M. **Sequestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2004.

RODRIGUES, B. A; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. *In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XI, Florianópolis, 2008 Anais [...]*. Florianópolis, 2008. p. 1-12. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/artigo4.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SANTOS, V. S. **Ciclo do carbono**. Mundo Educação, 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/ciclo-carbono.htm>. Acesso em: 19 out 2021.

SANTOS, V. S. **Cadeia alimentar**. Brasil Escola, 2021. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/cadeia-alimentar.htm>. Acesso em: 19 out. 2021.

SANTOS, V. S. **Fotossíntese**. Brasil Escola, 2021. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/fotossintese.htm>. Acesso em: 20 out. 2021.

SOUZA, S. C; ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: Compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p.97-111, 2002.

VIEIRA, E. L; SOUSA, G. S; SANTOS, A. R; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís. EDUFMA. 2010. 230 p. Disponível em: http://www2.univale.br/sites/biblioteca/biblioteca_online_agronegocio/livrosbiblioteca/Manual%20de%20Fisiologia%20Vegetal.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

APÊNDICE A



Universidade de Brasília (UNB)

Curso de Especialização em Ensino de Ciências (Ciência é 10)

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

01- O que é fotossíntese?

- A) É um ciclo pelo qual ocorre a conversão da energia solar em energia química para realização da síntese de compostos sintéticos.
- B) É um processo pelo qual ocorre a conversão da energia solar em energia química para realização da síntese de compostos orgânicos.

02- Para as plantas realizarem com sucesso o processo de fotossíntese, além da luz, deve haver a utilização de quais outros elementos? Marque uma das opções abaixo que você considera correta.

- A) Oxigênio e água. B) Gás carbônico e água.

03- Quem consegue capturar a luz do Sol e possibilita a realização da fotossíntese nas plantas? Marque uma das opções abaixo que você considera correta.

- A) A clorofila B) A lignina

04- Qual processo ocorre durante de respiração vegetal? Marque uma das opções abaixo que você considera correta.

- A) Absorvem o gás carbônico, libera oxigênio.
- B) Absorvem o oxigênio do ar, eliminam gás carbônico.

05- O que acontece com o CO₂ atmosférico que é absorvido pelas plantas? Marque uma das opções abaixo que você considera correta.

- A) É utilizado para a formação de compostos inorgânicos como água e sais minerais.
- B) É utilizado para a formação de compostos orgânicos como os carboidratos e a celulose.

06- Como podemos contribuir para retirar parte do CO₂ da atmosfera? Descreva com suas próprias palavras.

R:

07- Apesar da vegetação absorver o CO₂, ela também emite este gás, sendo assim, qual a importância da vegetação ao analisar o seu papel na absorção do dióxido de carbono? Descreva com suas próprias palavras.

R:

ANEXO A

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Título da Pesquisa: Investigando a absorção de Dióxido de Carbono pela vegetação

Pesquisadores:

Pesquisador/orientador: Dr. Mauro Eloi Nappo,
Greifell Santos de Oliveira,

Local de realização da pesquisa:**CONVITE E CONSENTIMENTO**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Investigando a absorção do Dióxido de Carbono pela vegetação”, de responsabilidade de Greifell Santos de Oliveira, estudante da **Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental (C10)** da Universidade de Brasília. O **objetivo** desta pesquisa é investigar a absorção do dióxido de carbono através da metodologia do ensino de ciências por investigação. Assim, gostaria de consultá-lo/a sobre seu interesse e disponibilidade de cooperar com a pesquisa. Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a. Os dados provenientes de sua participação na pesquisa, tais como questionários, entrevistas, gravação ou filmagem, ficarão sob a guarda do pesquisador o responsável pela pesquisa. **A coleta de dados** será realizada por meio de relatos, questionários, fotos e filmagens. É para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar. Sua participação na pesquisa não implica em nenhum risco. Espera-se com esta pesquisa a contribuição para o ensino e aprendizagem de ciências através da investigação. Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. **Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento.** A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio de publicação eletrônica ou via e-mail através da solicitação do participante, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

Nome do(a) estudante: _____

Data de nascimento ____/____/____

Assinatura do responsável

Assinatura do responsável pela pesquisa

_____, ____ de _____, 202_

ANEXO B



Curso de Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental

TERMO DE CONSENTIMENTO E AUTORIZAÇÃO

Eu _____,

abaixo assinado, responsável pela instituição, autorizo a realização do projeto de pesquisa intitulado: **Investigando a absorção de dióxido de carbono pela vegetação**, a ser conduzida pelo pesquisador **Greifell Santos de Oliveira** com os alunos do _____.

Tendo sido devidamente informados (a) e esclarecido (a) pela responsável do estudo, sobre as características e objetivos desta pesquisa, bem como as atividades que serão realizadas na instituição que represento.

Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos da pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura (Presencial ou virtual) para a realização desta pesquisa na sua totalidade. Poderei retirar meu consentimento a qualquer tempo, antes ou durante o desenvolvimento da entrevista, sem penalidades ou prejuízos para a minha pessoa. A participação é voluntária. Autorizo a publicação do resultado desta pesquisa.

NOME COMPLETO:	
FUNÇÃO NA ESCOLA:	
ASSINATURA:	
DATA: _____/_____/_____	ANAPOLIS, GOIAS