

METODOLOGIA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES COMO ALTERNATIVA PARA POTENCIALIZAR O APRENDIZADO DE FOTOSÍNTESE NO ENSINO MÉDIO

Season Rotation Methodology as an Alternative to Enhance Photosynthesis Learning in High School

Dandara Oliveira dos Santos Costa [oliveiracosta.dandara@gmail.com]

Letícia dos Santos Nascimento [leticiadossantosnascimento87@gmail.com]

Fernanda Vidal de Campos [fernanda.campos@iff.edu.br]

Instituto Federal Fluminense Campus - Campos Centro

Rua Dr. Siqueira, 273 - Parque Dom Bosco, Campos dos Goytacazes - RJ, 28030-130

Recebido em: 22/10/2024

Aceito em: 18/05/2025

Resumo

A fotossíntese é um processo bioquímico primordial para a vida, responsável por gerar matéria orgânica e liberar oxigênio para a atmosfera. Além disso, os organismos fotossintetizantes capturaram dióxido de carbono, gás associado às mudanças climáticas. Assim, a compreensão deste conteúdo permite a formação de cidadãos críticos e reflexivos em relação aos problemas ambientais da atualidade. Contudo, o ensino de fotossíntese enfrenta desafios, incluindo concepções alternativas sobre o tema, método de ensino tradicional e a complexidade inerente ao tema, que envolve processos moleculares. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo contribuir para a aprendizagem significativa do conteúdo de fotossíntese por meio da elaboração e aplicação de uma atividade embasada na metodologia ativa da Rotação por Estações. A atividade foi aplicada para estudantes do primeiro ano do ensino médio do Instituto Federal Fluminense *Campus Campos Centro*. A mesma foi constituída de cinco estações de aprendizado, em que os estudantes tiveram a oportunidade de aprender diversos aspectos da fotossíntese por meio de diferentes recursos didáticos, tais como, estudo de caso, experimento, jogo, modelos didáticos e realidade virtual. Os instrumentos de coleta de dados deste estudo consistiram em um questionário destinado a avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, um segundo questionário para conhecer as percepções dos mesmos em relação à metodologia proposta e perguntas específicas relacionadas a cada um dos tópicos abordados durante as estações de aprendizagem. Os resultados demonstraram que os estudantes conseguiram compreender melhor a fotossíntese e superar algumas concepções errôneas relacionadas a esse tema.

Palavras-chave: Rotação por Estações; Fotossíntese; Aprendizagem Significativa.

Abstract

Photosynthesis is a biochemical process essential to life, responsible for generating organic matter and releasing oxygen into the atmosphere. In addition, photosynthetic organisms captured carbon dioxide, a gas associated with climate change. Thus, understanding this content allows the formation of critical and reflective citizens in relation to current environmental problems. However, teaching photosynthesis faces challenges, including alternative conceptions on the topic, traditional teaching methods and the inherent complexity of the topic, which involves molecular processes. In this context, this research aimed to contribute to the significant learning of photosynthesis content through the development and application of an activity based on the active methodology of Rotation by Seasons. The activity was applied to first-year high school students at the Instituto Federal Fluminense Campus Campos Centro. It consisted of five learning stations, in which students had the opportunity to learn different aspects of photosynthesis through different teaching resources, such as case studies,

experiments, games, teaching models and virtual reality. The data collection instruments for this study consisted of a questionnaire designed to assess students' prior knowledge on the subject, a second questionnaire to understand their perceptions regarding the proposed methodology and specific questions related to each of the topics covered during the sessions. learning stations. The results demonstrated that students were able to better understand photosynthesis and overcome some misconceptions related to this topic.

Keywords: Rotation by Seasons; Photosynthesis; Meaningful Learning.

1. INTRODUÇÃO

A fotossíntese é um processo de conversão de energia luminosa em energia química, em que as plantas conseguem liberar oxigênio para o ambiente, gás fundamental para respiração dos organismos aeróbicos, e obter glicídios como produto final. Esse processo é possível devido à absorção de luz solar pelos pigmentos fotossintetizantes e a presença de dióxido de carbono e água (Taiz e Zeiger, 2017).

A compreensão do universo vegetal e do processo de fotossíntese proporciona ao estudante uma visão abrangente sobre diversos fenômenos biológicos, incluindo os ciclos biogeoquímicos, as relações na cadeia alimentar e questões socioambientais, como as mudanças climáticas (Leone e Comarú, 2023).

Apesar da relevância do conteúdo de fotossíntese, muitas pesquisas relacionadas ao seu ensino revelam dificuldades de aprendizado. Esses estudos identificam diversas concepções dos estudantes sobre o processo fotossintético que divergem das aceitas pela comunidade científica (Dimov *et al.*, 2014; Trazzi *et al.*, 2016; Cortelazzo *et al.*, 2019; Campos *et al.*, 2021).

De acordo com Barker (1995) essas dificuldades podem estar ligadas ao fato de que o conteúdo de fotossíntese se relaciona a processos moleculares que não são diretamente observáveis pelos estudantes, tornando-se abstrato.

Além disso, Dimov (2014) destaca que as abordagens tradicionais de ensino muitas vezes carecem de elementos que promovam a reflexão crítica dos alunos. A apresentação da fotossíntese de maneira descontextualizada em relação ao mundo real contribui para essa lacuna. Quando os alunos não conseguem perceber a conexão entre o conteúdo teórico e sua aplicação prática, a compreensão do tema torna-se ainda mais desafiadora. Essa dificuldade é acentuada pela escassez de atividades práticas na maioria das escolas (Souza *et al.*, 2022; Rocha *et al.*, 2023).

Diante dos obstáculos enfrentados no aprendizado da fotossíntese, torna-se necessário que o ensino desse tema ocorra de forma mais prática e dinâmica que aproxime o aluno de seu cotidiano, colocando-o como protagonista do seu aprendizado. Questionamos sobre o ensino tradicional e sobre qual tipo de metodologia de ensino pode ser utilizada para desmistificar a fotossíntese para os alunos.

Uma alternativa para promover uma sala de aula inovadora é o uso de metodologias ativas, que são constituídas por ações conjuntas e práticas onde o aluno é o agente da construção do seu conhecimento, convidado a criar, colaborar e expressar suas ideias (Moran e Bacich, 2017).

As metodologias ativas de ensino e aprendizagem contemplam o que já era discutido por Dewey, (1929); Piaget, (1974); Vygotsky, (1988); Bruner, (1978), entre outros. Esses autores já abordavam a importância de novas metodologias para o ensinar para a vida. Dewey defendia que a escola deveria proporcionar momentos de aprendizagem que fizessem sentido para o aluno, proporcionando experiências que fossem parecidas com às suas condições de vida, portanto, já

defendia a aprendizagem com o uso de metodologias ativas, embora não usasse essa terminologia (Diezel *et al.*, 2017).

Para Ausubel (1963), a aprendizagem significativa ocorre quando um indivíduo relaciona novos conhecimentos aos seus saberes prévios. Isso permite a construção de estruturas mentais, por meio de mapas conceituais, que facilitam a descoberta de novos conceitos, tornando a aprendizagem mais prazerosa e eficaz. Nesse sentido, as metodologias ativas de ensino se alinham aos princípios de Ausubel, potencializando a internalização do conhecimento e promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conteúdos.

No contexto das metodologias ativas, a rotação por estações se destaca como uma abordagem eficaz. Integrada ao Ensino Híbrido, essa metodologia organiza os alunos em grupos que se revezam no ambiente da sala de aula ou em outros espaços da escola, realizando atividades tanto *online* quanto *offline*. Além de proporcionar maior dinamismo, esse modelo valoriza a colaboração entre os estudantes e estimula a autonomia no processo de aprendizagem (Barion *et al.*, 2017).

Segundo Silva *et al.*, (2016), a proposta de rotação por estações funciona com a utilização de bancadas como estações fixas com atividades pré-determinadas em que o tempo também é pré-estabelecido. As atividades trabalhadas em cada estação possuem temáticas independentes e correlacionadas por um tema central, o que possibilita abordar a contextualização do tema e a parte teórica de cada conteúdo estudado.

O modelo de rotação por estações apresenta um potencial para mudanças no processo de ensino e aprendizagem de ciências, pois permite que os estudantes saiam de uma postura passiva, comumente observada no ensino tradicional, para uma postura ativa, além de abranger múltiplas formas de aprendizagem (Pesce *et al.*, 2018).

Segundo Gardner (1995), a inteligência não se trata de algo singular, mas sim o resultado da formação de diversas habilidades encontradas em várias partes do cérebro, que quando ativadas, constituem o quadro de inteligências múltiplas. Desta forma, reconhecendo que cada indivíduo é único e possui diferentes maneiras de desconstruir e reconstruir conhecimentos, proporcionar variadas formas de aprendizagem sobre um determinado tema é fundamental para promover um ambiente educacional motivacional.

Diante do exposto, essa pesquisa se desenvolveu a partir da seguinte questão: Como contribuir para o aprendizado significativo e dinâmico do tema fotossíntese para estudantes do ensino médio? A fim de responder esse questionamento foi proposto o seguinte objetivo: potencializar a aprendizagem significativa sobre a fotossíntese por meio da metodologia ativa da rotação por estações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fotossíntese: processo essencial à vida

Segundo a BNCC, a análise das alterações e da conservação em sistemas é essencial para compreender seu comportamento em situações cotidianas e em processos produtivos sustentáveis. Essa abordagem enfatiza o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em suas diversas formas. Além disso, inclui a observação do fluxo de matéria e energia, considerando cadeias alimentares e processos metabólicos fundamentais, como a respiração e a fotossíntese (Brasil, 2021).

A fotossíntese é um dos temas biológicos conexos à vida e está previsto na BNCC como tema a ser desenvolvido em sala de aula. A palavra fotossíntese significa, literalmente, síntese (produção) na presença de luz. É através desse processo que a energia radiante do sol é capturada e transformada

em matéria orgânica, em especial, a glicose. Apenas alguns tipos de organismos vivos realizam fotossíntese, sendo eles plantas, algas e algumas bactérias que possuem clorofila, o pigmento essencial para o desempenho do processo fotossintético (Raven, 2014).

Esses organismos utilizam a energia solar para converter uma molécula simples, o dióxido de carbono (CO_2), em moléculas mais complexas, das quais toda a vida no planeta necessita. Além disso, durante o processo, os seres fotossintetizantes, liberam oxigênio (O_2), gás essencial para a respiração dos organismos aeróbicos. A glicose produzida, molécula rica em energia, torna-se disponível para outros seres vivos. Até mesmo os animais carnívoros dependem da fotossíntese, pois podem se alimentar de outros animais herbívoros, ou seja, que utilizam as plantas como base nutricional (Murphy, 2021).

Ao utilizarem o CO_2 como substrato para síntese de glicídios, os organismos fotossintetizantes contribuem com o “sequestro do carbono” da atmosfera. Esse processo é fundamental para minimizar o aquecimento global e as mudanças climáticas, temas amplamente debatidos na atualidade (Guerreiro *et al.*, 2022).

Dessa forma, o estudo da fotossíntese não apenas proporciona ao estudante uma compreensão sobre seus aspectos bioquímicos, mas também oferece uma visão abrangente sobre questões ambientais, incluindo as relações na cadeia alimentar, o ciclo biogeoquímico do carbono, os fatores que influenciam a produção vegetal e os desafios ambientais contemporâneos.

Ao incorporar a fotossíntese no ensino de ciências e biologia a partir de uma abordagem contextualizada em relação aos desafios ambientais estabelece-se uma conexão com a perspectiva de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Isso proporciona um significado mais profundo ao conteúdo, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento do pensamento crítico diante dos avanços científicos e tecnológicos (Lorenzetti *et al.*, 2017).

2.2 Desafios no ensino de fotossíntese

Nós, seres humanos, assim como muitas outras formas de vida, dependemos da fotossíntese. Esse processo é fundamental não apenas por fornecer matéria orgânica e oxigênio, mas também por regular a temperatura da Terra. Assim, a sobrevivência de todos nós está intimamente ligada à continuidade desse fenômeno. (Jesus *et al.*, 2014).

Apesar da relevância desse tema, ele é frequentemente considerado de difícil compreensão pelos estudantes. Isso se deve à dificuldade em perceber que a assimilação de energia solar pelas plantas está relacionada à estrutura das folhas, a organelas celulares, pigmentos e reações bioquímicas, ou seja, envolve estruturas e processos que não são facilmente visualizados (Campos *et al.*, 2021).

Desde o ensino fundamental, é possível observar as dificuldades associadas ao conteúdo de fotossíntese. Muitos alunos enfrentam desafios para compreender a nutrição autotrófica das plantas, mantendo a ideia equivocada de que elas se alimentam diretamente do solo. Essa concepção está relacionada à dificuldade de associar que a água, um composto líquido, e o dióxido de carbono, um gás, são utilizados para a produção de açúcares, um composto sólido (Barker, 1995).

Assim, os alunos formam diferentes concepções alternativas sobre o assunto, as quais não estão alinhadas com aquelas aceitas pela comunidade científica. Essas ideias equivocadas muitas vezes persistem até o ensino médio, o que apresenta um desafio para estudantes e docentes no sentido de superar as lacunas entre o saber cotidiano do aluno e os conceitos científicos (Trazzi *et al.*, 2016).

Essas diferentes concepções são expostas e dialogadas em um trabalho realizado por Almeida e Souza (2002) com base em outras pesquisas já feitas por outros autores como Lumpe Staver (1995) e Wandersee (1988) em torno da temática fotossíntese. Essas discussões revelam diversas concepções

alternativas apresentadas pelos alunos, incluindo a dificuldade em diferenciar fotossíntese e respiração. Muitos acreditam que a fotossíntese ocorre apenas nos vegetais (como uma forma de respiração) e que a respiração se limita aos animais.

Devido à natureza molecular do processo fotossintético, que demanda um nível considerável de abstração por parte dos alunos, a maioria apresenta a tendência de apenas memorizar os conceitos sem aplicá-los ou refletir a respeito, o que promove uma estagnação da aprendizagem e não a aquisição de um novo saber (Kawasaki *et al.*, 2000).

Desta forma, uma estratégia para compreender de forma abrangente este tema é inserir abordagens ambientais conectadas ao avanço científico, tecnológico e social. Isso proporciona uma oportunidade para uma avaliação crítica dos efeitos provocados pela atividade humana, ao mesmo tempo em que analisa como a fotossíntese pode desempenhar um papel na mitigação desses impactos (Sanson, 2019).

Para desenvolver uma visão crítica e abrangente sobre um determinado conteúdo, é essencial que o aluno se sinta motivado e envolvido no processo de ensino e aprendizagem. Muitos estudos têm demonstrado que a incorporação de novas tecnologias digitais, atividades experimentais, jogos e modelos didáticos é considerada fundamental para estimular a motivação e o engajamento dos alunos (Borges, 2002; Campos *et al.*, 2021; Xexéo, 2021; Goulart, 2022).

Além da incorporação de novos recursos didáticos, é fundamental promover uma mudança na condução do processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, as metodologias ativas podem desempenhar um papel essencial na formação do estudante, permitindo que ele construa seus conhecimentos por meio de sua participação ativa nas atividades propostas.

2.3 Metodologias Ativas

As metodologias ativas de ensino se caracterizam pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do estudante com a intenção de proporcionar a aprendizagem. Essa concepção surgiu anteriormente ao advento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), com o movimento chamado Escola Nova, cujos pensadores, como William James, John Dewey e Édouard Claparède, defendiam uma metodologia de ensino centrada na aprendizagem pela experiência e no desenvolvimento da autonomia do aprendiz (Daros *et al.*, 2018).

Nesse modelo de aprendizagem, o professor assume o papel de orientador e incentivador, para direcionar o aluno na pesquisa, reflexão e tomada de decisões. Isso promove uma aprendizagem mais significativa e estimula o interesse contínuo pelo aprendizado por parte do estudante (Souza *et al.*, 2022; Rocha *et al.*, 2023).

As metodologias ativas permitem a possibilidade de transformação das aulas tradicionais em experiências de ensino e aprendizagem mais vivas e significativas para os discentes da cultura digital, cujas expectativas em relação ao ensino, à aprendizagem e ao próprio desenvolvimento e formação são diferentes do que expressavam as gerações anteriores (Moran *et al.*, 2017).

Os princípios que constituem as metodologias ativas são: aluno como elemento central na aprendizagem; autonomia; reflexão; problematização da realidade; trabalho em equipe; inovação e professor como mediador, facilitador. (Trevisani *et al.*, 2015).

As metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, de forma a envolvê-lo na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas (Martins *et al.*, 2017). Neste processo, o professor pode

explorar a experiência dos alunos como ponto de partida para a construção do conhecimento (Trevisani *et al.*, 2015).

Dessa forma, o professor contribui para promover a autonomia do aluno em sala de aula quando nutre os recursos motivacionais internos (interesses pessoais); oferece explicações racionais para o estudo de determinado conteúdo ou para a realização de determinada atividade; usa a linguagem informacional, não controladora; é paciente com o ritmo de aprendizagem dos alunos; reconhece e aceita as expressões e sentimentos dos mesmos (Loretto *et al.*, 2018).

Entretanto, a proposta de um ensino menos centrado no professor não é nova. No início do século passado, John Dewey concebeu e colocou em prática a educação baseada no processo ativo de busca do conhecimento pelo estudante, que deveria exercer sua liberdade. Para Dewey, a educação deveria formar cidadãos competentes e criativos, capazes de gerenciar sua própria liberdade. Sua proposta era a de que a aprendizagem ocorresse pela ação ou aprender fazendo (*learning by doing*) (Dewey, 1944).

As metodologias ativas segundo a BNCC visam formar estudantes e também professores nas competências e habilidades como a argumentação; comunicação; cultura digital; empatia e cooperação; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; responsabilidade e cidadania (Brasil, 2018). Assim, esse tipo de metodologia é crucial para que as escolas consigam obter um maior engajamento, desenvolvimento e capacidade de investigação e reflexão dos alunos e também dos professores (Queiroz *et al.*, 2016).

2.4. Rotação por Estações

A rotação por estações é uma metodologia ativa que envolve a criação de diferentes estações ou circuitos de aprendizagem, cada uma com atividades distintas sobre um mesmo tema. Cada atividade proposta representa uma estação, e em pelo menos uma delas deve ser utilizado algum recurso digital. Os alunos são organizados em grupos, que se revezam nas atividades, trocando ideias e informações sobre o que aprenderam ao longo de sua passagem por cada estação (Moran *et al.*, 2017).

Segundo Moran *et al.* (2017), o professor pode adotar níveis diferentes de dificuldade em cada uma das estações, para que cada grupo consiga pensar e testar diversas estratégias de resolução. As estações podem ser organizadas de maneiras variadas, com objetivo de auxiliar no desenvolvimento e aperfeiçoamento de diferentes habilidades, como raciocínio lógico, comunicação, pesquisa e argumentação.

Alguns pontos fundamentais da rotação por estações são a interação do professor com os alunos, em que recebem orientações, explicações e tiram dúvidas; trabalho em equipe, onde os alunos colaboram uns com os outros para a realização das atividades; a utilização da tecnologia, em que os alunos podem contar com plataformas *online* para a realização de exercícios, pesquisas, trabalhos e a utilização de alguns jogos (Felicio *et al.*, 2021).

Estudos realizados por Santos *et al.* (2020), Soares *et al.* (2020) e Pigatto *et al.* (2021) indicaram resultados positivos em relação ao uso da metodologia ativa da rotação por estações no ensino de ciências e biologia. Esses estudos mostraram que essa abordagem promove a autonomia dos estudantes, permitindo que aprendam de maneira adaptada aos seus perfis de aprendizagem, além de estimular a curiosidade e a motivação dos alunos.

Com base nas teorias construtivistas de Jean Piaget, a teoria das múltiplas inteligências é um conceito que descreve como cada ser humano demonstra capacidades cognitivas únicas e através

desse protagonismo os alunos compreendem o conteúdo de forma exclusiva e no seu próprio tempo, para desenvolver suas habilidades e competências (Piaget, 1996).

A teoria das múltiplas inteligências defende que o cérebro humano possui oito tipos de inteligência. Porém cada indivíduo, na maioria dos casos, possui apenas uma ou duas inteligências desenvolvidas. Isso explica o fato de uma pessoa ser muito boa em cálculos e possuir dificuldades em dança, por exemplo (Gardner, 1995).

A metodologia ativa de rotação por estações de aprendizagem surge como uma alternativa para os desafios enfrentados no processo de ensino-aprendizagem. Esse modelo oferece aos alunos oportunidades para aplicar seus conhecimentos e habilidades durante a realização do circuito. Ao organizar o conteúdo de forma a considerar as inteligências múltiplas e reconhecer que cada indivíduo desenvolve habilidades únicas, a metodologia contribui para um aprendizado mais sólido e abrangente. Dessa maneira, os alunos têm a oportunidade de aprender de maneiras diversas, tornando o conteúdo mais acessível a um perfil diverso de estudantes (Leite *et al.*, 2021).

Portanto, a literatura recente tem revelado as potencialidades do uso da metodologia ativa da rotação por estações para promover aprendizagem significativa, visto que proporciona diferentes formas de aprender o conteúdo e colocar os alunos na posição de sujeitos na construção de seus conhecimentos.

3. METODOLOGIA

3.1 Contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal Fluminense, localizado no município de Campos dos Goytacazes, RJ. A implementação da pesquisa ocorreu no âmbito do componente curricular de Biologia, através de uma intervenção direcionada aos alunos do primeiro ano do ensino médio.

A pesquisa apresenta caráter qualitativo, característico de um método de investigação científica que tem como principal atributo a análise de poucos casos de maneira bastante aprofundada. Toda pesquisa qualitativa, social, empírica, busca a tipificação da variedade de representações das pessoas no seu mundo vivencial, entretanto, se relacionam com seu mundo cotidiano (Abreu *et al.*, 2019).

Esse tipo de pesquisa se preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes. Ao invés de estatística, regras e outras generalizações, a pesquisa qualitativa trabalha com descrições e interpretações (Minayo, 2014).

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi aplicada a metodologia ativa da rotação por estações, com foco na temática da fotossíntese. Nesse contexto, foram empregados diferentes recursos didáticos para auxiliar a compreensão do conteúdo, além de atividades experimentais, jogos, modelos didáticos, estudo de caso e a utilização de vídeo e óculos de realidade virtual. Os detalhes sobre as estações de aprendizagem serão apresentados na seção subsequente.

3.2 Desenvolvimento das Estações de Aprendizagem

A aplicação da metodologia ocorreu no laboratório de ciências da instituição de ensino, local escolhido por aproximar o aluno do universo científico e experimental, e por possuir amplas bancadas onde foram organizadas as cinco estações de aprendizagem.

As estações foram projetadas de forma diversificada, com atividades distintas e desafiadoras relacionadas ao tema da fotossíntese. O tempo de permanência em cada estação foi de quinze minutos, dentro de uma aula de 90 minutos de duração.

Para a primeira estação foi proposta uma atividade experimental para evidenciar na prática como a fotossíntese ocorre e qual é o produto final dos seus processos bioquímicos. Nesta estação foi utilizado como materiais uma planta aquática (*Elodea sp.*), bicarbonato de sódio, luminária e bquer. O bicarbonato de sódio ao dissolver na água reage liberando o gás dióxido de carbono e ao receber luz solar, faz com que a planta realize fotossíntese e libere gás oxigênio. Esse processo pôde ser visualizado por meio do surgimento de bolhas na superfície das folhas da planta.

Na segunda estação, os estudantes tiveram a oportunidade de compreender o local onde ocorre a fotossíntese, através da visualização dos componentes da célula vegetal por meio de um vídeo e óculos de realidade virtual e as estruturas detalhadas da célula vegetal e cloroplasto por meio de um modelo didático confeccionado em impressora 3D. O propósito principal desta estação foi concretizar o conteúdo teórico, reduzir a abstração e aproximar os estudantes da realidade por meio da observação direta do que foi discutido na teoria.

A terceira estação teve como objetivo levar os estudantes a refletirem sobre a relação entre as mudanças climáticas e a fotossíntese e, compreender como esse processo bioquímico pode auxiliar na redução do aquecimento global. Nessa estação foram apresentados um pequeno vídeo e um estudo de caso com algumas perguntas para que os estudantes pudessem refletir, discutir em equipe e responder (Figura 1).

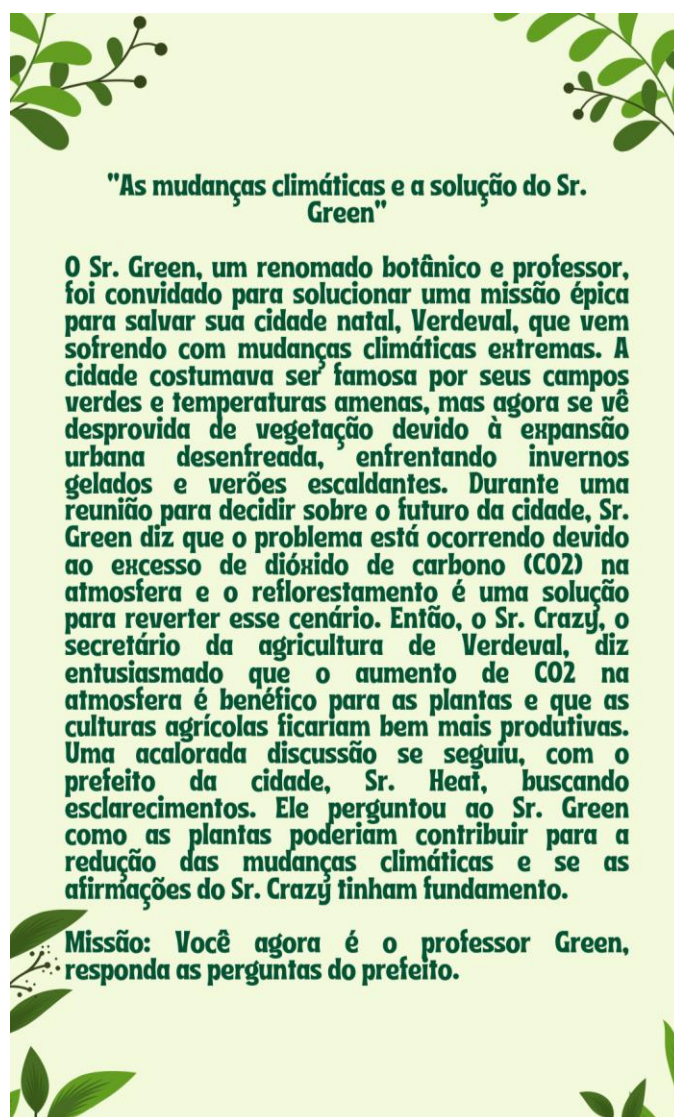


Figura 1. Estudo de Caso elaborado para estação de aprendizagem 3- Mudanças Climáticas

Fonte: Elaboração própria

Na quarta estação de aprendizagem, os alunos tiveram a oportunidade de explorar, por meio de um jogo de cartas, o processo bioquímico da fotossíntese que ocorre nos cloroplastos. O objetivo era que eles compreendessem como os reagentes da equação geral da fotossíntese são utilizados e como os produtos desse importante processo bioquímico são formados nas células vegetais.

Na quinta estação, *online*, foi apresentado aos estudantes um simulador de fotossíntese em que os mesmos puderam alterar alguns componentes da fotossíntese, como temperatura, dióxido de carbono e faixa luminosa, e verificarem como o processo era impactado.

As estações de aprendizagem, os seus objetivos e recursos utilizados podem ser visualizados no quadro 1.

Quadro 1. Estações de aprendizagem sobre o tema fotossíntese, objetivos e recursos didáticos utilizados.

ESTAÇÕES	OBJETIVOS	RECURSOS DIDÁTICOS
Estação 1 Fotossíntese na prática	Visualizar na prática o processo de fotossíntese em plantas de <i>Elodea sp.</i>	Atividade experimental
Estação 2 Conhecendo a célula vegetal e o cloroplasto	Observar e conhecer onde ocorre a fotossíntese nas células vegetais.	Modelo didático Vídeo e óculos de realidade virtual: https://youtu.be/rmgf0VDDIH8?si=GReceL8gouCNXtWP
Estação 3 Mudanças Climáticas	Refletir sobre a relação que há entre a fotossíntese e as mudanças climáticas.	Vídeo: https://youtu.be/QrqfTkfQjvU?feature=shared Estudo de caso (Figura 1)
Estação 4 Compreendendo o processo bioquímico	Compreender de forma mais abrangente o processo bioquímico da fotossíntese (Etapa Fotoquímica e Química)	Adaptação do jogo didático desenvolvido por Silva e Lana (2019).
Estação 5 Fatores que interferem na fotossíntese	Potencializar a compreensão sobre os componentes que interferem no processo fotossintético (Atividade online)	Simulador de fotossíntese: http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=144

Os grupos de alunos não seguiram uma sequência pré-determinada ao percorrer as estações de aprendizagem. Portanto, todas as estações foram planejadas de modo que não houvesse requisitos prévios para participar de uma determinada rotação.

3.3. Instrumento de Coleta de Dados

Antes de iniciar a rotação pelas estações, os estudantes responderam a perguntas gerais sobre a fotossíntese, com o objetivo de coletar seus conhecimentos prévios sobre o tema. Em cada estação de aprendizagem, foram aplicadas perguntas específicas relacionadas ao conteúdo abordado naquela estação (Quadro 2).

Quadro 2. Questionários para coleta dos conhecimentos prévios e aprendizado sobre o conteúdo durante as estações de aprendizagem.

Questionário – Conhecimentos Prévios	Questionário – Estações de Aprendizagem
1. Qual a importância da fotossíntese? 2. As plantas respiram qual gás? 3. Em qual organela ocorre a fotossíntese? 4. O que é necessário para a fotossíntese ocorrer?	1. Qual foi a evidência observável que permitiu concluir que ocorreu a fotossíntese no experimento? Por que isso ocorreu? (Estação 1) 2. Qual a importância do cloroplasto para o processo da fotossíntese? (Estação 2) 3. Como as plantas podem contribuir para a redução das mudanças climáticas. E as afirmações do Sr. Crazy tinham fundamento? (Estação 3) 4. Explique como as plantas utilizam a luz solar para a realização da fotossíntese (Estação 4) 5. Como a concentração de CO ₂ afeta a fotossíntese? (Estação 5)

Para coletar as percepções dos estudantes sobre a metodologia utilizada, os alunos indicaram seu nível de concordância ou discordância em relação a duas afirmações: “As diferentes estações me ajudaram a compreender o conteúdo de fotossíntese de forma mais efetiva” e “Gostaria que nas aulas de biologia houvesse mais atividades similares a essa”. O questionário foi elaborado com base na Escala de Likert, permitindo que os participantes escolhessem uma posição em uma escala de cinco pontos, que varia de "concordo totalmente" a "discordo totalmente" em relação a cada afirmativa (Likert, 1932).

3.4 Análise dos dados coletados

Para analisar as respostas apresentadas pelos discentes foi utilizado o método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (2009). Este método se estrutura em três fases: 1) pré-análise; 2) exploração do material, categorização e codificação; 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação. A primeira fase consiste na leitura flutuante, escolhas dos documentos, formulações de objetivos e hipóteses e formulação de indicadores. A segunda fase trabalha com criação de categorias. Já a terceira fase trata da interpretação dos resultados (Bardin, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia foi implementada em um laboratório da instituição de ensino, onde cada bancada foi transformada em uma estação de aprendizado. O ambiente foi cuidadosamente decorado para criar uma atmosfera temática, proporcionando uma experiência envolvente (Figura 2). Ao chegarem, os estudantes manifestaram curiosidade e entusiasmo, provavelmente motivados pela mudança do ambiente convencional da sala de aula para um espaço diferente de aprendizado.



Figura 2. Organização do ambiente de aplicação das estações de aprendizagem.

A atividade inicial consistiu na aplicação de um questionário para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do processo fotossintético. A aplicação de um questionário antes da apresentação oficial do tema permite aos pesquisadores identificar os diferentes níveis de conhecimento dos estudantes. Isso possibilita a comparação com um teste subsequente e a formulação de estratégias para auxiliar os alunos a avançar em complexidade no conteúdo a ser ensinado (Soares, 2009).

Segundo Benavides *et al.*, (2020), as concepções prévias dos alunos sobre o processo fotossintético são variadas e muitas vezes alternativas. Embora possam incluir aspectos que correspondem aos conceitos científicos estabelecidos, também apresentam elementos que divergem das ideias aceitas pela comunidade científica. Os resultados obtidos neste estudo corroboram essas observações, confirmando a existência de concepções alternativas entre os estudantes sobre o tema fotossíntese (Quadro 3).

Observa-se que os alunos entendem que as plantas absorvem dióxido de carbono (CO_2) e liberam oxigênio (O_2) por meio da fotossíntese, embora frequentemente usem o termo "respiram" para se referir à absorção de CO_2 . É comum que muitos estudantes apresentem concepções incorretas sobre a respiração e a fotossíntese das plantas, acreditando que as plantas "respiram" de maneira oposta aos outros seres vivos e confundem fotossíntese com respiração, tratando-os como se fossem o mesmo processo (Brasil *et al.*, 2017).

Foi dito por Waheed e Lucas (1992); Kawasaki (1987) e Torres (2013) que parte dessa concepção equivocada se deve ao fato de que os temas envolvem a interconexão de elementos ecológicos, bioquímicos, energéticos, fisiológicos e atômicos, o que requer uma perspectiva integrativa e abrangente sobre os fenômenos. Segundo Trazzi *et al.*, 2017, esses conceitos errôneos frequentemente vistos até o Ensino Médio, representam um obstáculo tanto para os estudantes quanto para os professores, no que diz respeito à superação das divergências entre o conhecimento cotidiano dos alunos e os conceitos científicos.

Quadro 3. Categorização das Unidades de Significação (US) obtidas na análise das respostas apresentadas no questionário para avaliação de conhecimentos prévios.

Pergunta	Categorias	Exemplos de Unidades de Significação (US)	Total de citações
Qual a importância da fotossíntese?	Alimento e energia para as plantas	“obtenção de energia das plantas” (A1, A2, A3, A7, A17, A19, A21, A22 e A23) “alimento das plantas” (A4, A5, A6, A9, A11, A13, A15, A16, A23)	18 Alunos
	Trocas gasosas	“Respiram CO ₂ e liberam oxigênio” (A1, A2, A4, A5, A6, A7, A9, A10, A11, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A21, A22 e A23) “produção de oxigênio para nós humanos” (A3, A8 e A14) “limpa a atmosfera para nós sobrevivermos” (A20)	22 Alunos
As plantas respiram qual gás?	CO ₂	“As plantas respiram dióxido de carbono” (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22 e A23)	23 Alunos
Em qual organela ocorre a fotossíntese?	Componentes Celulares	“Mitocôndria” (A17) “Citoplasma” (A1, A7, A11, A13 e A15) “Cloroplasto” (A2, A4, A5, A12, A14, A18, A19 e A20) “Clorofila” (A3, A6 e A8)	17 Alunos
	Órgãos das plantas	“Folha, caule e raiz...” (A9) “Folha” (A10) “Caule” (A16)	3 Alunos
O que é necessário para a fotossíntese ocorrer?	Luz\Sol	“Energia solar” (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A22 e A23)	21 Alunos
	Água	“Água...” (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 e A17)	16 alunos
	Nutrientes	“...sais minerais presentes no solo...” (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 e A19)	8 alunos
	Gás carbônico	“... Gás carbônico” (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17, A18 e A20)	18 alunos

Como demonstrado na terceira pergunta (Quadro 3), o local onde a fotossíntese ocorre nas plantas suscita incertezas entre os alunos, o que resultou em interpretações variadas acerca deste local. A fotossíntese acontece na organela cloroplasto, presente nas células vegetais, que por sua vez

compõem os tecidos e órgãos das plantas. Como os cloroplastos são estruturas microscópicas, a sua compreensão muitas vezes se torna abstrata. Por essa razão, alguns alunos basearam suas respostas em observações cotidianas, como os principais órgãos das plantas (caules, raízes e folhas).

A fotossíntese envolve estruturas e processos que não são facilmente perceptíveis, pois lidam com aspectos microscópicos e moleculares. Devido à complexidade desse processo, muitos alunos têm dificuldade em entender que a captação de energia solar pelas plantas está associada às folhas. Além disso, é desafiador para eles compreender que essas folhas são compostas por células que contêm organelas com pigmentos capazes de absorver luz e desencadear reações químicas (Campos *et al.*, 2021).

Quadro 4. Categorização das Unidades de Significação (US) obtidas na análise das respostas apresentadas nos questionários apresentados durante as rotações.

Perguntas	Categorias	Exemplos de Unidades de Significação (US)	Total de citações
Qual foi a evidência observável que permitiu concluir que ocorreu a fotossíntese no experimento?	Formação de bolhas (Liberação de O ₂)	“A presença de bolhas de oxigênio...” (G1) “As bolhas visíveis subindo...” (G2, G3) “A presença de bolhas de oxigênio evidencia que o processo da fotossíntese ocorreu” (G4)	Todos os grupos
Qual a importância do cloroplasto para o processo da fotossíntese?	Absorção de energia luminosa	“ele atua na absorção da energia luminosa” (G1)	1 Grupo
	Síntese de açúcar	“...transformação de CO ₂ em glicose...” (G2, G3, G4)	3 Grupos
Como as plantas poderiam contribuir para a redução das mudanças climáticas. E as afirmações do Sr. Crazy tinham fundamento?	Assimilação de CO ₂	“Pela absorção de CO ₂ ” (G1, G2, G3, G4)	Todo os grupos
	Afirmações do Sr. Crazy estão incorretas	“As afirmações do Sr. Crazy não tinham fundamento, pois o CO ₂ contribui para o aquecimento global e isso prejudica as plantas” (G1, G2) “Não, pois o excesso de CO ₂ interrompe o processo de fotossíntese” (G3, G4).	Todos os grupos
Explique como as plantas utilizam a luz solar para a realização da fotossíntese?	A importância da luz para as fases fotoquímica e	“A planta absorve a energia da luz solar para a quebra de água e liberação de oxigênio, e o resto da	Todos os grupos

Perguntas	Categorias	Exemplos de Unidades de Significação (US)	Total de citações
	química da fotossíntese	energia é guardada para a fase escura.” (G4, G1, G2) “A luz solar é captada pela clorofila, para quebra de molécula de água, e ocorre a produção de O ₂ e armazenamento de energia.” (G3)	
Como a concentração de CO ₂ afeta a fotossíntese?	O excesso de CO ₂ satura o processo fotossintético	“Haverá uma saturação, e a fotossíntese não acontecerá” (G1, G2, G3, G4)	Todos os grupos

Após a implementação da metodologia ativa de Rotação por Estações, os alunos mostraram-se aptos e seguros para resolver as questões associadas à abordagem de cada estação, o que contribuiu como atividade proposta e método de coleta de dados para esta investigação. Em comparação com as respostas do questionário de conhecimentos prévios, observou-se uma superação de algumas concepções alternativas, e as respostas dos estudantes tornaram-se mais claras e contextualizadas (Quadro 4).

A análise das respostas revelou que os estudantes entenderam tanto o local quanto as etapas do processo fotossintético. Eles identificaram que o cloroplasto é a organela responsável pela fotossíntese e que parte da energia luminosa capturada durante a fase fotoquímica (ou “fase clara”) é armazenada nas moléculas energéticas ATP e NADPH, que são utilizadas na fase bioquímica (ou “fase escura”).

A compreensão de que ambas as etapas da fotossíntese dependem da luz é fundamental para desconstruir as terminologias incorretas “fase clara” e “fase escura”, ainda presentes em muitos livros didáticos. Esses termos devem ser evitados, pois os produtos da etapa fotoquímica, que envolve a absorção de luz, são essenciais para a etapa bioquímica, responsável pela síntese de açúcares. Além disso, muitas enzimas envolvidas na etapa bioquímica são reguladas pela luz (Taiz e Zeiger, 2017).

Além disso, os alunos compreenderam que a liberação de oxigênio serve como prova do processo de fotossíntese, e não de respiração das plantas. Quando as plantas têm acesso a luz, água e disponibilidade de CO₂ ocorre a decomposição da água, resultando na liberação de oxigênio na atmosfera. Esse fenômeno foi demonstrado por meio de um experimento simples realizado em uma das estações.

Todos os grupos analisaram como a alta concentração de CO₂ impacta a fotossíntese e, durante as discussões, perceberam que, embora o aumento desse gás possa favorecer o processo inicialmente, há um ponto de saturação a ser considerado. Além disso, compreenderam que um excesso de CO₂ pode provocar mudanças climáticas que afetam o crescimento das plantas, uma vez que esse gás é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa, retendo calor na atmosfera e resultando em condições climáticas extremas.

Nenhum grupo mencionou a escassez de CO₂ como um fator limitante para o processo fotossintético. Isso pode ser explicado pelo fato de que o excesso de CO₂ está associado a um problema ambiental atual amplamente abordado na mídia. Além disso, a estação que discutiu o

aumento de CO₂ foi a que mais envolveu os estudantes, pois eles tiveram a oportunidade de refletir coletivamente sobre o estudo de caso apresentado.

Elias e Rico (2020), Sobral et al. (2021) e Ferreira (2023) utilizaram o método do estudo de caso e demonstraram sua eficácia nas aulas de Ciências e Biologia. Ao proporcionar experiências práticas e relevantes, essa abordagem transforma a aprendizagem em um processo ativo e envolvente, favorecendo o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos.

Ao analisarmos as percepções dos estudantes em relação à metodologia implementada, observamos que mais de 90% deles acreditam que as estações contribuíram para uma melhor compreensão do processo fotossintético e todos os alunos expressaram interesse em participar de mais atividades semelhantes nas aulas de biologia (Figura 3).

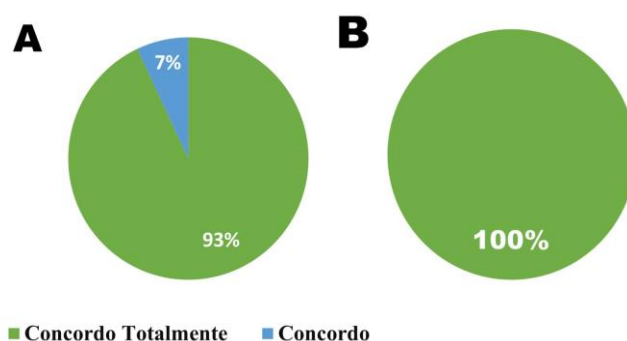


Figura 3. Impressões dos estudantes em relação ao método de ensino utilizado: (A) As diferentes estações me ajudaram a compreender o conteúdo de fotossíntese de forma mais efetiva. (B) Gostaria que nas aulas de biologia tivessem mais atividades similares a essa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou o desenvolvimento de atividades para o ensino da fotossíntese no ensino médio, implementadas por meio da metodologia ativa da rotação por estações. Essa abordagem proporcionou aos estudantes a oportunidade de vivenciar uma sala de aula inovadora, onde puderam construir coletivamente seus conhecimentos de forma ativa e significativa.

Em cada estação de aprendizado, foram incorporados recursos didáticos variados, que permitiram aos alunos explorar diferentes maneiras de aprender os diversos aspectos da fotossíntese, que muitas vezes se revela complexo e abstrato.

Os estudantes demonstraram grande motivação durante as atividades, refletindo em respostas mais consistentes sobre a fotossíntese, na superação de algumas concepções alternativas sobre o tema e na capacidade de relacionar esse processo bioquímico a problemas ambientais atuais.

6. REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D, P. Teoria da Aprendizagem Significativa. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York, 1963.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo, ed. 70, 2011.
- BARION et al. **Os modelos de rotação por estação e laboratório rotacional no ensino híbrido do curso técnico de informática semi presencial: um novo olhar dentro e fora da sala de aula**, 2017.

- BARKER, M. A plant is an animal standing on its head. **Journal of Biological Education**, New York, v. 29, n. 3, p.201-208, 1995.
- BRASIL, E, D, F; TRAZZI, P, S, S. Aprendizagem dos conceitos de fotossíntese e respiração celular nas perspectivas histórico -cultural. **Revista Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino**, n. 2, maio 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2021.
- CAMPOS, F; ALMEIDA, N. Fotossíntese: superando barreiras no aprendizado por meio da utilização de modelos didáticos interativos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, Juiz de Fora/MG, v. 19, ed. 01, p. 40-58, 2021.
- CORTELAZZO, A; LOURENÇO, L. Metodologia da sala de aula invertida como estratégia para o ensino da fotossíntese. **Revista de Ensino de Bioquímica**, Campinas/SP, v. 7, ed. 2, 2019.
- DAROS, T; CAMARGO, F. **A Sala de Aula Inovadora: Estratégias Pedagógicas para Fomentar o Aprendizado Ativo**. 1. ed. São Paulo. Penso, 2018.
- DEWEY, J. **Como pensamos**. Barcelona: Paidós, 1944.
- DIEZEL, A; BALDEZ, A. L. A e Martins, S. N. Os Princípios das metodologias ativas de ensino: Uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.
- ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, Pelotas, v. 17, n. 2, p. 392–406, 2020.
- FERREIRA, R, C. **Uma análise da simulação PhET colorado como ferramenta para o ensino de Física: um estudo de caso comparativo com a realidade**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal. Pernambuco, 2023.
- GARDNER, H. **Múltiplas Inteligências**. 1. ed. São Paulo. Penso, 1995.
- GONÇALVES, C. B. P; SOARES, G. L. **Prática Interdisciplinar sobre alimentação utilizando a Metodologia de Rotação por Estações na Educação Infantil**. Monografias ambientais. v.19, p.e10, 2020.
- GOULART, P. R. Recursos de realidade virtual e aumentada em sala de aula: uma perspectiva de uso das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, 2022.
- GUERREIRO, S. M. C; GLÓRIA, A. B. **Anatomia Vegetal**. 4. ed. Minas Gerais. UFV, 2022.
- JESUS. C. E; DIMOV. F. L. PECHLIYE. M. M. Caracterização Ontológica do conceito de fotossíntese e obstáculos epistemológicos e ontológicos relacionados com o ensino deste conceito. **Revista de Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19. p. 7-28, 2014.

KAWASAKI, C.S. Nutrição vegetal: um verdadeiro campo de estudos para a educação científica. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 1.1987, Águas de Lindóia. Anaisb Águas de Lindóia, 1987.

LEONE, F. R; COMARÚ, M. W. Reflexão sobre o CTS (Ciências–Tecnologia–Sociedade) na formação de professores para o ensino de Botânica.

LIKERT, R. Escala de Likert, *Archives of Psychology*, 1932.

MACHADO, M, A, D; QUEIROZ, G, R, P, C. A cultura de projetos, construída via parceria escola-universidade, contribuindo para a qualidade da formação inicial e continuada de professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 12, nº 1, p. 93-116, 2012.

MINAYO, M, C, S. O Desafio do conhecimento. **Pesquisa Qualitativa**. São Paulo-Rio de Janeiro, Hucitec-ABRASCO, 1992

MOREIRA, A. M; AIRES, J, A, A; LORENZETTI, L. **Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química**. Ativo: Docência em Ciências, 2017.

MORAN, J; BACICH, L. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora**. 1. ed. São Paulo. Penso, 2017.

MURPHY, A; MOLLER, M. I; ZEIGER, E; TAIZ, L. **Fundamentos da Biologia Vegetal**. 1. ed. São Paulo, 2021.

OLIVEIRA, M, I; PESCE, Lucila. Emprego do modelo rotação por estação para o ensino de língua portuguesa. Teccogs: **Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, TIDD** | PUC-SP, São Paulo, n. 16, p. 103-118, jul-dez. 2018.

OLIVEIRA, J. E. S; LEITE, B. S. Ensino híbrido na química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. Pernambuco. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. 16. n. 1. p. 277-298, 2021.

RAVEN. **Biologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2014.

SANSON, R. S. **O ensino de fotossíntese a partir de uma perspectiva CTSA para a educação de jovens e adultos**, 2019.

SANTOS, V. F; SANTOS, E, N; OLIVEIRA, T, G; ROCHA, J, E. (2023, 10, 01). Ensino da fotossíntese através de uma prática pedagógica: uma metodologia imprescindível durante o ensino híbrido. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema/AL. v. 8. nº. 1. p. 0172-0181, 2023.

SANTOS, S; NETO, A; SANTOS, M; SANTOS, E. Ensino híbrido e as potencialidades do modelo de rotação por estações para ensinar e aprender ciências e biologia na educação básica. *Braz. J. of Develop*, Curitiba, v. 6, n. 10, p.76129-76147, 2020.

SILVA, F. A. R.; LANA, M. P. C. O lúdico no ensino de fotossíntese: jogo de baralho para a educação básica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 03, n. 01, p. 137-149, 2019.

SILVA, J. R. F; PIRES, D. F; BARBOSA, M, L. O. Rotação Por Estações No Ensino De Embriologia: Uma Proposta Combinando Modelos Tridimensionais E O Ensino Híbrido. **Revista de estudios y experiencias en educación**, v. 20 (43), p.415-436, 2021.

SOARES, L. H. (2009). Aprendizagem significativa na educação matemática: uma proposta para a aprendizagem de geometria básica. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SOBRAL, A, C, S; LIMA, M, F; FONTES, L, S. **Estudo sobre o uso de Metodologia Ativa no ensino de Biologia, um estudo de caso sobre a temática Evolução**. Educ. Ci. e Saúde, v. 2, n. 1, p. 183-200, (jul/dez), 2021.

SOUZA, S. C; ALMEIDA, M. J. O. M. **A fotossíntese no ensino fundamental: Compreendo as interpretações dos alunos**. Ciência & Educação, v.8, nº1, p.97 - 111, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2017). **Fisiologia vegetal**. (6nd ed.) Porto Alegre, RS: Artmed.

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

TREVISANI, F. M; NETO, A. T; BACICH, L. **Ensino Híbrido**. 1. ed. São Paulo. Penso, 2015.

TORRES, D, F. **A fotossíntese vegetal no 3º ano do Ensino médio: Concepções Alternativas, erros conceituais e uma Proposta de Unidade Didática baseada no Desenvolvimento Sustentável**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e da Matemática. Rio Grande do Norte. 2013

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Ed. Martins Fontes. 1989

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

XEXÉO, G (2021). **Jogos de tabuleiro modernos como inspiração para criar jogos para aprendizado de ciências.** O lúdico em redes Reflexões e práticas no Ensino de Ciências da Natureza. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2021.