

## Fotossíntese com Modelação: construção de aprendizagens

Angelita Lopes Dahmer<sup>1</sup>, Sandra Maria Wirzbicki<sup>2</sup>

angelitadahmer@gmail.com, sandra.wirzbicki@uffs.edu.br

<sup>1,2</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul, Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, Bairro São Pedro, Cerro Largo, Rio Grande do Sul, Brasil.

### Resumo

Neste artigo analisamos e discutimos o processo de aprendizagem do conceito de fotossíntese por meio da modelação em sequência didática (SD) desenvolvida com turmas do Novo Ensino Médio (NEM) em aulas de Biologia da área de Ciências da Natureza. Apoiadas no referencial histórico-cultural acreditamos que as interações socialmente facilitadas podem desenvolver a aprendizagem de conhecimentos científicos e serem potencializadas quando aliadas à modelação. O objetivo deste trabalho foi investigar a aprendizagem de conceitos mais abstratos, como a fotossíntese por meio da modelação. Para o planejamento das atividades da SD seguimos os pressupostos da modelagem na educação. A SD desenvolveu-se em duas turmas do 1º ano do NEM, com os estudantes organizados em grupos de trabalho em nove períodos de aula, que foram audiogravados e transcritos para análise. Os estudantes também realizaram registros de cada aula em um diário de bordo. Os dados da pesquisa foram analisados pela Análise Textual Discursiva (ATD). Na análise identificamos 97 unidades de significado que foram organizadas em duas categorias emergentes: i) Fotossíntese: das reações e incoerências à importância para a vida; e ii) Modelação e aprendizagens. A análise dos dados evidenciou incoerências e concepções alternativas que os estudantes manifestaram durante as atividades da SD. Compreendemos que, por meio das interações realizadas nas atividades, alguns estudantes conseguiram ressignificar conhecimentos, assim como foram incentivados a desenvolver a criatividade e a argumentação ao propor e defender o modelo construído por seu grupo.

**Palavras-chave:** Modelo, Modelagem, Sequência Didática, Ensino Médio, Ciências da Natureza.

### Fotosíntesis con Modelación: construcción de aprendizajes

#### Resumen

En este artículo analizamos y discutimos el proceso de aprendizaje del concepto de fotosíntesis por medio de la modelación en secuencia didáctica (SD), desarrollada con clases de la Nueva Enseñanza Media (NEM), en clases de Biología del área de Ciencias de la Naturaleza. Apoyadas en el referencial histórico-cultural creemos que las interacciones socialmente facilitadas pueden desarrollar el aprendizaje de conocimientos científicos y ser potenciadas cuando aliadas a la modelación. El objetivo de este trabajo fue investigar el aprendizaje de conceptos más abstractos, como la fotosíntesis por medio de la modelación. Para la planificación de las actividades de la SD seguimos los presupuestos del modelado en la educación. La SD se desarrolló en dos clases del primer año del NEM, con los estudiantes organizados en grupos de trabajo en nueve períodos de clase, que fueron audio grabados y transcritos para el análisis. Los estudiantes también realizaron registros de cada clase en un diario de bordo. Los datos de la investigación fueron analizados por el Análisis Textual Discursiva (ATD). En el análisis identificamos 97 unidades de significado que fueron organizadas en dos categorías emergentes: i) Fotosíntesis: de las reacciones e incoherencias a la importancia para la vida; e ii) Modelación y aprendizajes. El análisis de los datos evidenció incoherencias y concepciones alternativas que los estudiantes manifestaron durante las actividades de la SD. Comprendemos que, por medio de las interacciones realizadas en las actividades, algunos estudiantes lograron ressignificar conocimientos, así como fueron incentivados a desarrollar la creatividad y la argumentación al proponer y defender el modelo construido por su grupo.

**Palabras clave:** Modelo, Modelaje, Secuencia Didáctica, Enseñanza Media, Ciencias de la Naturaleza.

## Photosynthesis with modeling: building Knowledge

### Abstract

In this article we analyze and discuss the process of learning the concept of photosynthesis by means of modeling in didactic sequence (SD) developed with a High School group in Biology classes, from the area of Nature Science. Supported by historical cultural references, we believe that the interactions social simplified can develop the learning of scientific knowledge to be potentialized when related to modeling. The objective of this work is to investigate the learning of more abstract concepts, as photosynthesis by means of modeling. For the planning of activities of SD, we followed modeling in education approach. The SD developed in two groups from the first grade of NEM, with students organized in groups of work in nine periods of class, that were audio recorded and transcript for analysis. The students also accomplished notes from each class in a logbook. The data of the research was analyzed according to Discourse Textual Analysis. In the analysis we identified 97 units of meaning that were organized into two main categories: i) photosynthesis: from reaction and incoherencies to the importance for the live and ii) Modeling and learning. The data analysis show incoherencies and alternatives conception that students express during the activities. We understand that, by interactions accomplished in the activities, some students can redefine knowledge, as well as they were encouraged to develop creativity and argumentation while propose and defend the template built in groups.

**Keywords:** Model, Modeling, Didactic Sequence, High School, Nature Science.

## Photosynthèse avec Modélisation : construction des apprentissages

### Résumé

Dans cet article, nous analysons et discutons du processus d'apprentissage du concept de photosynthèse par le biais de la modélisation en séquences didactique (SD) développée avec les classes du Nouveau Lycée (Novo Ensino Médio - NEM) dans les classes de biologie du domaine des Sciences Naturelles. Soutenus par le cadre historico-culturel, nous croyons que les interactions socialement facilitées peuvent développer l'apprentissage des connaissances scientifiques et être améliorées lorsqu'elles sont combinées à la modélisation. L'objectif de ce travail était d'étudier l'apprentissage de concepts plus abstraits, comme la photosynthèse par la modélisation. Pour la planification des activités de SD, nous avons suivi les hypothèses de modélisation en éducation. Le SD a été développé dans deux classes de la 1ère année de NEM, avec des étudiants organisés en groupes de travail en neuf périodes de cours, qui ont été enregistrées en audio et transcrites pour analyse. Les élèves ont également enregistré chaque classe dans un journal de bord. Les données de recherche ont été analysées par Analyse Textuelle Discursive (ATD). Dans l'analyse, nous avons identifié 97 unités de sens qui ont été organisées en deux catégories émergentes : i) Photosynthèse : des réactions et des incohérences à l'importance pour la vie ; et ii) Modélisation et apprentissage. L'analyse des données a montré des incohérences et des conceptions alternatives que les étudiants ont exprimées lors des activités de SD. Nous comprenons qu'à travers les interactions réalisées dans les activités, certains élèves ont pu recadrer des connaissances, en plus d'être encouragés à développer créativité et argumentation pour proposer et défendre le modèle construit par leur groupe.

**Mots clés :** Modèle, Modélisation, Séquence Didactique, Lycée, Sciences Naturelles.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensinar tem diferentes dimensões, no entanto, e de todas as elas, percebemos que o orientar, em geral, é uma escolha dos professores ao invés do transmitir, uma vez que transmitir o conhecimento não é suficiente em nenhum grau de ensino tampouco na Educação Básica, sendo o orientar um conjunto de ações que produzam efeito na aprendizagem dos estudantes. Os fenômenos estudados nas Ciências da Natureza (CN) são importantes para entendermos a ocorrência e a manutenção da vida. Por exemplo, para serem considerados no dia a dia dos estudantes não podem ser simplesmente transmitidos sem que tenham significado para a vida de cada indivíduo. Nesse sentido, a prática docente é

um dos fatores que pode permanecer na transmissão do conhecimento ou desencadear a dimensão do orientar o estudante ao protagonismo em sua vida.

Na prática docente estão envolvidos um conjunto de saberes que Tardif (2010) denomina de saberes docentes, quais sejam: os profissionais, os disciplinares, os curriculares e os experienciais, adquiridos ao longo da vida acadêmica e profissional do professor. Nenhum é mais ou menos importante. O conjunto deles é que possibilita ao professor sua atuação docente.

Neste sentido, para o avanço do ensino e da aprendizagem percebe-se a importância do planejamento baseado em

teorias e de essas terem como base a prática docente. Ambas são indissociáveis, especialmente quando há reflexão sobre a prática docente, procurando elucidar pontos que não foram contemplados ou que podem ser diferentes ao considerar a situação vivenciada e o contexto de atuação. Aliados à formação continuada de professores, os saberes docentes vão sendo construídos durante toda a vida do professor e suas vivências em sala de aula ou em formações, continuarão a transformar seus saberes.

Ao buscar formas de problematizar o conhecimento que os estudantes possuem e orientar para a construção de novos conceitos, encontramos na literatura diversos trabalhos que apontam a modelagem como importante para desenvolver essa dimensão do ensinar e do aprender (Biembengut, 2014, 2016; Bonotto; Scheller, 2018; Duso, 2012; Duso *et al.*, 2013; Ferreira, 2006; Ferreira; Justi, 2008; Justi, 2015; Moul; Silva, 2017). Com base nesses referenciais e apoiadas na teoria histórico-cultural (Vigotsky, 2001), planejamos e desenvolvemos uma sequência didática (SD) sobre fotossíntese com modelação.

Conforme Biembengut (2016), a Modelagem na Educação (ME) é o processo de adaptação da modelagem ao ensino, sendo entendido como um método de ensino com pesquisa, denominado modelação.

Nossas dificuldades e dúvidas foram uma constante no período do planejamento da SD com modelação, no sentido de definir algo que seja da vivência dos estudantes e conseguir fazer com que eles quisessem buscar informações e construíssem aprendizagens. As tarefas de trabalhar em grupo, trocar ideias, testar hipóteses, construir explicações e rever conceitos, num trabalho em que o protagonismo se faz necessário, não são fáceis, nunca foram e, especialmente nos dias em que temos a informação, considerada pelos estudantes suficiente, a um clique, são ainda mais desafiadoras na condução dos estudantes à aprendizagem.

Segundo Dias (2014),

[...] o papel da modelagem no ensino de Ciências é fazer com que o estudante se torne sujeito ativo e participante do seu processo de aquisição de conhecimento, promovendo um ensino mais significativo que os auxilie a desenvolver um entendimento mais coerente, sistemático e crítico (p. 43).

Considerando o papel da modelagem no ensino de Ciências, ao longo da SD procuramos tornar nosso estudante sujeito interativo, “[...] que elabora conhecimento sobre objetos, em processos *necessariamente* mediados pelo outro e constituídos pela linguagem” (Góes, 1997, p. 13, grifo da autora). Nesse caso, o outro pode ser o professor de Ciências da Natureza ou de outra área do conhecimento, assim como podem ser os colegas do grupo de trabalho, da turma e pessoas que esclareçam aspectos sobre o objeto de estudo.

A definição do conceito da fotossíntese a ser trabalhada na sequência didática ocorreu por dois motivos: por constar na matriz curricular do Ensino Médio (EM) para ser trabalhado no primeiro ano e, especialmente, por ser um dos conceitos

em que os estudantes apresentam dificuldades de entendimento. A cada ano modificamos nossa prática em sala de aula, buscando o seu ensino por meio de diferentes abordagens, pois percebemos que o número de estudantes que apresenta avanços na construção da aprendizagem é minoria. Ao retomarmos o conceito de fotossíntese nos demais anos do EM, identificamos as distorções e incoerências que os estudantes ainda carregam.

A ME pode ser uma forma de alcançarmos a interdisciplinaridade, pois, ao modelar, os estudantes irão buscar conceitos para a resolução de problemas que são próprios da área de CN ou de outras áreas do conhecimento.

Para a realização de um trabalho com modelagem que contemple mais detalhes sobre o processo da fotossíntese, consideramos a necessidade de parcerias. A busca por parcerias para o trabalho nem sempre é fácil, demanda tempo para tal e, especialmente dentro da escola, os professores estão com a carga horária máxima. Fazer com que as aulas sejam em horários que possibilitem o encontro de dois professores em uma mesma turma, torna-se uma tarefa mais complexa. Devido ao exposto, conseguimos num único dia a participação da professora de Física e de Química para auxiliar nos conceitos da área de Ciências da Natureza. Com a instituição de assistência técnica, extensão rural e social, classificação e certificação – Emater/RS-Ascar, outro parceiro –, conseguimos uma palestra com o técnico responsável em um dia previamente agendado. Já com o produtor de morangos (assunto escolhido pelo grupo de estudantes) tivemos facilidade no agendamento da visita. Um dos fatores foi de o horário ser no início da manhã, que, segundo o produtor, seria o melhor horário para visitar a produção em razão do calor dentro da estufa e sua disponibilidade. Ficamos, ainda, na dependência de o tempo não ser chuvoso, fator que não daria condições para a realização da visita.

Também contamos com a parceria da Prefeitura e da Secretaria de Educação, com a cedência do transporte escolar para nos conduzir até a propriedade. Foi um trabalho que mobilizou os estudantes especialmente. Ao tomarem conhecimento de que haveria uma saída a campo, na sala dos professores ou nos corredores da escola, por diversas vezes, fomos questionadas sobre o trabalho, geralmente com as frases “os estudantes só falam na visita aos morangos” ou “professora, nós também queremos ir visitar os morangos”. Com isso, percebemos que alcançamos um dos objetivos de nosso trabalho nas turmas dos primeiros anos: o envolvimento com o tema a ser modelado, pois eles comentavam suas expectativas com outros professores e com os estudantes das demais turmas da escola.

Neste artigo buscamos apresentar e discutir o processo de aprendizagem do conceito da fotossíntese com estudantes do 1º Ano do Novo Ensino Médio (NEM) e a trajetória do trabalho de modelação ao longo da sequência didática. Nossa problemática consiste em buscar resposta para a questão de pesquisa: Na Educação Básica a modelação pode ser um caminho para desenvolver o processo de aprendizado de conceitos mais abstratos como a fotossíntese?

## 2. MARCO TEÓRICO

No que se refere ao ensino de Ciências, para compreendermos os fenômenos da natureza faz-se necessário o entendimento de diferentes conceitos. Segundo Lima, Aguiar Júnior e De Caro (2011, p. 858), “[...] a aprendizagem dos conceitos constitui elemento central da educação em ciências. Os conceitos são os instrumentos mediacionais por meio dos quais interpretamos e interagimos com as realidades que nos cercam”.

Assim, para as aulas de Ciências, que são recheadas de termos que remetem a conceitos, nem sempre de fácil entendimento dos estudantes e professores, são exigidas do professor diferentes abordagens na sua prática que proporcionem a elucidação dos conceitos e que os mesmos sejam significados na vida dos estudantes. De acordo com Vigotsky (2001, p. 247),

[...] a experiência pedagógica nos ensina que o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que envereda por esse caminho costuma não conseguir se não uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro e simples que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos na criança mas, na prática, esconde o vazio.

Desse modo, cabe ao professor buscar, a cada conceito, uma forma de os estudantes construírem relações com os mesmos que os façam ter significado em seu dia a dia, para deixar de ser apenas uma palavra e passar a ter um significado que, durante seu desenvolvimento, passará por ressignificações, conduzindo a generalizações e apropriações.

Na formação dos conceitos o trabalho com problemas pode ser uma estratégia relevante, pois, conforme Vigotsky (2001), [...] um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa voltada para a solução de um problema e que só a presença de condições externas e o estabelecimento mecânico de uma ligação entre a palavra e o objeto não são suficientes para a criação de um conceito (2001, p. 156).

Nesse sentido, o trabalho com Modelagem na Educação pode contribuir na formação de conceitos, uma vez que os estudantes problematizam o que lhes interessa investigar sob a orientação do professor, que, conhecendo o contexto, propõe um problema aos estudantes que buscam sua resolução construindo um modelo, que pode ser reformulado caso não responda à situação em questão.

Nessa abordagem, como aponta Oliva (2019), devemos ter cuidado ao utilizar os modelos prontos, pois,

[...] às vezes, o ensino corre o risco de se tornar excessivamente polarizado e os alunos internalizam modelos prontos e acabados. No entanto, as abordagens mais genuínas para aprendizagem baseada em modelos hoje tentam envolver ativamente os alunos na gênese e/ou aplicação dos modelos que eles próprios elaboram, entendendo metaforicamente a aprendizagem em termo de prática científica (p. 8, tradução nossa).

Nesse sentido, partimos da perspectiva da construção de modelos definida por Biembengut (2016, p. 96): “[...] a palavra modelagem (*model + age*) quer dizer ação de fazer modelo ou os procedimentos requeridos na elaboração de um modelo”. Um modelo pode ser representado “[...] por meio de um desenho ou imagem, um projeto, um esquema, um gráfico, uma lei matemática, dentre outras formas” (Biembengut, 2000, n.p). Para a construção de um modelo, os estudantes buscam os conceitos que os ajudarão no trabalho, assim como tomam decisões pela forma que, ao seu ver, mais bem representarão o assunto em questão. Biembengut (2000, n.p) considera que “[...] um modelo não é um objeto, uma obra arquitetônica ou uma tecnologia, mas sim o projeto, o esquema, a lei ou a representação que permite a produção ou reprodução ou execução desta ação”.

Os professores e estudantes devem levar em conta que para servir de modelo não precisa ser algo que requer muito além dos recursos normalmente disponíveis em uma sala de aula. Com poucos recursos materiais podem ser construídos modelos eficientes para os objetivos propostos na atividade. Segundo Ferreira e Justi (2008, p. 33), “[...] a atividade de elaborar modelos permite ao aluno visualizar conceitos abstratos pela criação de estruturas por meio das quais ele pode explorar seu objeto de estudo e testar seu modelo, desenvolvendo conhecimentos mais flexíveis e abrangentes”.

Para o desenvolvimento deste trabalho seguimos as três etapas da ME propostas por Biembengut (2014, 2016): etapa 1 – *percepção e apreensão*, quando ocorre a escolha do tema e a familiarização com o assunto; etapa 2 – *compreensão e explicitação*, que envolve a formulação do problema, do modelo e a explicitação da resolução do problema a partir do modelo; etapa 3 – *significação e expressão*, que se ocupa de interpretar e avaliar os resultados, verificando sua validade e expressando todo o processo de forma oral e/ou escrita aos demais estudantes, professores e comunidade.

Ao estudarmos o processo da fotossíntese esperamos que os estudantes compreendam que “[...] a fotossíntese – é a via pela qual praticamente toda a energia entra em nossa biosfera” (Raven; Evert; Eichhorn, 2011, p. 125). Em geral, os estudantes apresentam dificuldades em compreender o processo de fotossíntese como a base da alimentação da maior parte dos seres vivos; a quimiossíntese, que também é responsável por produzir alimentos; e a fotossíntese que provém da conversão da energia luminosa em energia química. Raven, Evert e Eichhorn (2011) consideram que no processo da fotossíntese “[...] a energia radiante do Sol é capturada e usada para formar os açúcares dos quais depende a vida de todos os seres, inclusive a nossa. O oxigênio, também essencial à nossa existência, é liberado como subproduto” (p. 1).

Frequentemente os estudantes relacionam o processo da fotossíntese somente à liberação do gás oxigênio, desconsiderando a principal função do processo fotossintético: a produção de alimento para os seres vivos.

Na literatura existem trabalhos que já buscaram levantar as compreensões dos estudantes sobre o processo da

fotossíntese. Em relação aos reagentes e produtos do processo, Souza e Almeida (2002) asseveram que

[...] foram bastante raras as respostas que traziam, por exemplo, as transformações da fotossíntese, citando corretamente os reagentes e os produtos adquiridos. Normalmente elas foram apresentadas de maneira bastante confusa, com produtos no lugar de reagentes [...] houve inclusive em várias respostas uma limitação dos reagentes, ou seja, não foram levadas em conta as variáveis do processo da fotossíntese.

Igualmente, em nossas salas de aula continuamos a identificar incoerências relacionadas aos reagentes e produtos do processo fotossintético. As ideias incoerentes são identificadas facilmente ao citarem os produtos da fotossíntese, uma vez que o gás oxigênio é visto, pela maioria dos estudantes, como único produto do processo.

Zômpero (2012) afirma que “[...] é comum os alunos relacionarem fotossíntese com respiração das plantas e admitirem que a planta ‘respira o gás carbônico’” (p. 12-13). Ao serem questionados sobre o que a planta precisa para realizar a fotossíntese, declararam “[...] que a planta necessita de gás carbônico, oxigênio, nitrogênio e ar, percebe-se claramente que não diferenciam os conceitos de ar e gases respiratórios” (Zômpero, 2012, p. 106). Relacionamos a esse fato o trabalho de Souza e Almeida (2002), que demonstram um obstáculo, frequentemente apresentado pelos estudantes, para o entendimento do processo da fotossíntese: a “[...] tendência em apresentar a respiração das plantas como sinônimo de fotossíntese [...] se nos dois processos há uma troca gasosa, pode-se concluir que sejam a mesma coisa” (p. 101).

Depreendemos que a falta de entendimento dos conceitos de ar e de gases respiratórios, assim como da diferenciação dos processos de fotossíntese e de respiração celular, pode ser um entrave para a compreensão e para a significação do processo fotossintético. Atualmente, em nossa atuação em sala de aula, continuamos a observar, entre os estudantes, o obstáculo citado no trabalho de Souza e Almeida (2002), de considerarem a fotossíntese e a respiração processos similares.

Raven, Evert e Eichhorn (2011), ao tratarem da transição das plantas para a terra, afirmam que “[...] os requisitos para um organismo fotossintetizante são relativamente simples: luz, água e gás carbônico para a fotossíntese, oxigênio para a respiração, e alguns minerais” (p. 6); simplicidade essa que eles mesmos reconhecem não ser tão fácil para as plantas pelo fato de elas não se deslocarem, sendo a presença de água um fator crítico, uma vez que os demais requisitos são relativamente abundantes no ar e no solo, assim como a luz é abundante na Terra.

A relativa simplicidade dos reagentes da fotossíntese, contudo, constitui-se em processo complexo e de importância ímpar à manutenção da vida no Planeta Terra, seja pela fixação do carbono formando as moléculas de alimento, seja pela liberação de oxigênio utilizado pela maioria dos seres vivos na respiração celular aeróbia.

### 3. METOLOGIA

Neste estudo apresentamos nossas reflexões a respeito dos avanços na aprendizagem dos estudantes alcançados com o desenvolvimento de uma sequência didática sobre o conceito da fotossíntese, seguindo as etapas da Modelagem na Educação. A sequência didática foi desenvolvida em duas turmas de primeiro ano do Novo Ensino Médio, sendo a turma A composta por 18 estudantes e a turma B por 12 estudantes, totalizando 30 participantes de uma escola pública de Educação Básica do município de Caibaté, região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul/Brasil.

Para a construção dos dados da investigação, as nove aulas da sequência didática, identificadas de 1 a 9 no Quadro 1, com duração de 50 minutos cada uma, foram audiogravadas e transcritas, conforme orientação de Carvalho (2006). As turmas, aqui denominadas A e B, foram divididas em grupos de quatro integrantes, identificados por grupos G1 a G7. No quadro 1 são explicitadas as atividades das aulas em cada uma das etapas da modelação.

Quadro 1 - Descrição sintetizada das aulas da sequência didática

Etapa da Modelagem	Atividade a ser realizada
Etapa 1 – Percepção e apreensão	1h/a – Apresentação da situação-problema com questões problematizadoras acerca de uma salada de frutas que foi servida à turma. Após vários questionamentos, cada grupo escreveu a resposta para a questão: O que é fotossíntese? Esta foi entregue à professora para ela ter o registro das ideias iniciais dos estudantes, que foram discutidas com a turma sem o intuito de classificar como certa ou errada. Após as discussões, a professora, juntamente com a turma, formulou o problema a ser investigado conforme o interesse, por exemplo: Em nosso município, qual(is) fatores afetam a produção de morangos?
Etapa 2 – Compreensão e Explicitação	Busca de Informação 1h/a – Foi realizado um experimento sobre fotossíntese, com dois sistemas que foram montados: um com ramos de <i>Elodea sp.</i> e outro com folhas da árvore <i>Hovenia dulcis</i> , conhecida popularmente como uva-do-japão. O experimento foi montado junto com os estudantes, que foram questionados acerca dos possíveis resultados, assim como o motivo de montarmos diferentes sistemas, um com adição de bicarbonato de sódio e outro sem a adição de bicarbonato de sódio. Na atividade, a presença da professora de Química e

	<p>Física foi importante para explorarmos os conceitos da Química e da Física. Os estudantes foram orientados a anotar os procedimentos e os resultados alcançados. Após o experimento, eles foram questionados a respeito das hipóteses que haviam formulado e buscaram explicar os resultados, entre as explicações solicitadas: O que são as bolhas? Como elas são produzidas? Por que os sistemas reagiram de forma diferente?</p> <p>1h/a – Cada grupo buscou informações sobre como ocorre a fotossíntese nos vegetais: organela celular, reações químicas, explicações para o processo biossintético, fatores que afetam a fotossíntese e a importância do processo para a manutenção da vida na terra. As informações foram buscadas em livros didáticos, <i>sites</i> (indicados pela professora), artigos publicados em revistas e anotadas no caderno, conforme a decisão do grupo, com orientação da professora.</p> <p>1h/a – Sistematização da pesquisa – os grupos fizeram a exposição do que anotaram sobre a fotossíntese. Com questionamentos, a professora organizou as informações no quadro, de forma que todos tiveram acesso às mesmas, complementando, em seu caderno, a pesquisa realizada na aula anterior.</p> <p>1h/a – O extensionista da instituição de assistência técnica, extensão rural e social, classificação e certificação – Emater/RS-Ascar – local ministrou uma palestra com informações sobre as principais necessidades das plantas, abordando as características do município, as condições exigidas para o cultivo, as necessidades das plantas para uma boa produtividade, assim como as dificuldades encontradas para a produção.</p> <p>1h/a – Visita a um produtor de morangos (fruto escolhido pela turma) do município – durante a visita o produtor falou sobre sua produção, os cuidados com a escolha do local e com os nutrientes, água, iluminação, controle dos organismos e microrganismos, a colheita e o destino dos frutos. No retorno realizamos alguns questionamentos sobre a fala do produtor.</p> <p>Elaboração do modelo</p> <p>1h/a – Com as informações da pesquisa, do extensionista da Emater, do agricultor e os questionamentos da professora, os estudantes propuseram um modelo que buscou responder o problema inicial.</p>
Etapa 3 – Significação e Expressão	<p>1h/a – Apresentação dos modelos e validação – cada grupo apresentou seu modelo para à turma, que, se baseando nas pesquisas realizadas sobre o tema, realizou a avaliação, propondo modificações ou observações de forma a atender o objetivo.</p> <p>1h/a – Para finalizar o trabalho os grupos (re)elaboraram as respostas das questões sobre fotossíntese escritas na primeira aula; cada estudante realizou uma autoavaliação individual sobre sua participação no trabalho e a forma como este se desenvolveu.</p>

Fonte: Arquivo das autoras (2021).

Com o desenvolvimento das aulas os estudantes escreveram sobre cada uma em um diário de bordo que foi recolhido ao final da SD, e, quando citados, para preservar a sua identidade serão identificados como estudante de EM acompanhado de um número para cada participante (EEM1 a EEM 30); ao citarmos vários estudantes indicaremos EEMs. Nos excertos das aulas informaremos estudante, turma, aula e, quando o registro for oriundo do diário de bordo dos estudantes, faremos a mesma indicação com a mudança ao final do código, por exemplo EEM1A1, que se refere ao estudante 1, turma A, aula 1, ou EEM1A1D, que diz respeito ao registro no diário.

Os dados foram analisados utilizando-se a Análise Textual Discursiva (ATD) conforme Moraes e Galiuzzi (2016), que é composta por três etapas: *unitarização* – momento em que os dados são separados em unidades de significado; *categorização* – etapa em que as unidades de significado são agrupadas por aproximações em categorias iniciais,

intermediárias e finais; e o *metatexto* – quando as categorias finais são comunicadas por meio de um texto que informa o que se mostrou na análise textual a respeito da investigação e da reflexão sobre o processo de aprendizagem relacionado ao conceito da fotossíntese com modelação no EM.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados, obtidos a partir da audiogravação das aulas da sequência didática e da leitura dos diários de bordo dos estudantes, por meio da ATD demarcamos a análise para um conjunto de descritores exemplificados na primeira coluna do Quadro 2. As aproximações dos descritores permitiram a organização de 97 unidades de significado. A partir dessas unidades de significado realizamos as etapas de categorização da ATD apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados da ATD

Descritores que orientaram a análise das aulas e do diário de	Unidades de significado identificadas a partir dos	Significado dos	Categorias Iniciais	Categorias intermediárias (os números correspondem as	Categorias finais e as categorias intermediárias contempladas
---	--	-----------------	---------------------	---	---

bordo dos estudantes			categorias iniciais contempladas)	
Fotossíntese	EEM20: “O jeito que a planta se alimenta – é a fotossíntese”.	1 – Fotossíntese – alimento das plantas;	1 – Fotossíntese, reações e importância para a vida (categorias iniciais 7 e 8)	1 – Fotossíntese: das reações e incoerências à importância para a vida (categorias intermediárias 1, 2 e 3)
Luz/sol; Água	EEMs: “Sol, água, oxigênio, terra” – sobre o que precisa para fotossíntese.	2 – Condições para a fotossíntese ocorrer;	2 – Fotossíntese e as plantas (categorias iniciais 1 e 3)	
Alimento	Professora: “Isso, a finalidade da fotossíntese não é a liberação do oxigênio, a finalidade é a produção do alimento”.	3 – Fotossíntese e a produção de frutos;	3 – Fotossíntese – exigências e a produção de oxigênio (categorias iniciais 2 e 4)	2 – Modelação e aprendizagens (categorias intermediárias 4 e 5)
Nutrientes	EEM9 – “A adubação correta com potássio, sendo um dos nutrientes mais absorvidos pela planta, ela também absorve nitrogênio, magnésio, enxofre e fósforo”.	4 – Liberação de oxigênio na fotossíntese;	4 – Dúvidas e incoerências relacionadas à fotossíntese (categoria inicial 5)	
Respiração	Professora: “Isso, as mitocôndrias fazem respiração celular; o cloroplasto participa do processo fotossintético”.	5 – Dúvidas ou incoerências relacionadas à fotossíntese;	5 – Modelos na aprendizagem (categoria inicial 6)	
Gás carbônico	EEM20: “Mas na água não vai ter gás carbônico”.	6 – Modelos na aprendizagem;		
Gás oxigênio	EEM8: “A gente respira oxigênio e libera gás carbônico”.	7 – Fotossíntese e manutenção da vida;		
Modelo/ Modelagem	Professora – “Vejam que nesse modelo está tudo juntinho; as informações que vocês colocaram separadas é o que eles conseguiram colocar tudo junto; tem mais informação aqui que no modelo de vocês? O que tem a mais?”	8 – Reações da fotossíntese.		

Fonte: As autoras (2022).

Nos itens 4.1 e 4.2 apresentamos a terceira etapa da ATD, que consiste na comunicação das categorias emergentes da análise.

#### 4.1. Fotossíntese: das reações e incoerências à importância para a vida

Na primeira etapa da modelagem, denominada por Biembengut (2016) como *percepção e apreensão* sobre o tema, foi utilizada uma salada de frutas a partir da qual houve problematizações até chegar a um dos processos importantes para a manutenção da vida: a fotossíntese. No levantamento dos conhecimentos iniciais sobre o processo da fotossíntese foram citadas algumas distorções que, no decorrer do diálogo com a turma, foram reformuladas.

A distorção que mais chamou a atenção na escrita inicial é a ideia de que a fotossíntese é a “respiração” das plantas, conforme informaram os integrantes do G1: “fotossíntese é o processo de respiração e alimentação das plantas”, mantida pelo grupo após a discussão inicial, que foi conduzida sem

classificar em certas ou erradas as opiniões apresentadas. Em sua tese, Trazzi (2015) descreve uma investigação realizada acerca das concepções alternativas sobre a fotossíntese apresentada pelos estudantes, os quais a consideram a respiração das plantas.

O conceito tradicionalmente apresentado para a fotossíntese - um processo físico-químico de conversão de energia luminosa em energia química, ou mesmo a fórmula química é um passo que se bem explorado pode levar os estudantes a entenderem o fenômeno. No entanto, eles devem ser explorados pelos professores de forma que os estudantes consigam relacionar com os conhecimentos que trazem, construam hipóteses e procurem explicações, avançando em sua aprendizagem. Assim, a compreensão do processo além de seu conceito, para que os estudantes consigam relacionar com as cadeias e teias alimentares, com os problemas ambientais e climáticos que estamos vivenciando, com a disponibilidade e qualidade dos alimentos consumidos pela população humana, por exemplo.

Nesse sentido, outra ideia que foi apresentada com limitação na escrita inicial e após a modelação é o fato de a fotossíntese ser vista como a fonte de alimento somente para a planta – a “fotossíntese é um processo que a planta faz para obter glicose (o alimento)” (G6) –, deixando de considerar os demais integrantes das cadeias alimentares que dependem do processo para a sua sobrevivência, inclusive o homem.

No decorrer dos questionamentos iniciais sobre o que é fotossíntese, EEM20A1 aponta a ideia de alimento ao afirmar:

*“É o jeito que a planta se alimenta”.*

Na atividade sobre a fotossíntese e as reações necessárias ao processo, os estudantes identificaram o sol como a fonte de energia e a necessidade de reagentes como a água, o gás carbônico e os nutrientes do solo, e apontaram a necessidade de gás oxigênio para o processo acontecer. Em resposta à questão realizada pela professora “O que é necessário para a fotossíntese acontecer?” A turma mencionou:

*“Sol, água, oxigênio e terra”* (referindo-se ao solo) (EEMsB1).

No segundo momento da SD, durante a realização de um experimento com *Elodea sp.*, os estudantes, ao discutirem a realização da fotossíntese, questionam se estaria acontecendo o processo nos sistemas observados. EEM10A2 pergunta:

*– Mas na água não tem oxigênio?*

Na sequência da discussão a dúvida quanto à disponibilidade dos reagentes da fotossíntese continua e surge a questão relacionada ao gás carbônico, quando EEM20A2 questiona:

*– Mas na água não vai ter gás carbônico?*

Identificamos uma das dúvidas geralmente apresentada quanto aos gases necessários ao processo de fotossíntese, quando EEM20A2 tenta se lembrar de qual gás era necessário para o processo da fotossíntese e coloca:

*– Mas não é oxigênio... gás carbônico... uma coisa assim... eu sei que vi isso... em ciências uma vez tinha uma tabelinha com uma setinha...*

Ao avaliarmos o modelo que a estudante EEM20A2 utiliza como referência nas aulas de Ciências, podemos inferir que há uma ilustração presente, na maioria dos livros didáticos de Ciências, que coloca os processos de fotossíntese e de respiração celular interligados por setas. A intenção do esquema geralmente é ilustrar a relação dos dois processos de forma que o estudante perceba a interdependência ao considerar os reagentes e produtos dos processos mencionados. O esquema, no entanto, pode servir como obstáculo para o entendimento dos processos, levando à confusão entre eles, como percebemos na dúvida de EEM20A2.

Conforme Bachelard (1996), existem os obstáculos epistemológicos, que dificultam ou bloqueiam o desenvolvimento e a construção do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, são inerentes ao processo de conhecimento científico. O autor afirma, ainda, que os professores devem mostrar aos estudantes razões para evoluir, o que conduzirá a aprendizagens; afinal, o ato de conhecer vai contra um

conhecimento anterior que deve ser superado por conter equívocos.

Para Bachelard (1996, p. 17),

*[...] é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lerdidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (grifo do autor).*

Assim, podemos identificar que alguns estudantes ainda apresentam dúvidas quanto à diferença entre reagentes e produtos da reação, confundindo a liberação do gás oxigênio com a necessidade de participação no processo.

Em relação às reações que constituem o processo da fotossíntese, o G3, ao pesquisar sobre o processo, trouxe as etapas em que geralmente ele é dividido, bem como os reagentes e produtos de cada etapa. Quando questionados sobre quais reações constituem o processo da fotossíntese, ao que EEM9A6 responde:

*– A fotólise da água, a fotofosforilação e a formação de glicose.*

Partindo das reações citadas, os reagentes e os produtos foram sendo situados no processo fotossintético, sempre questionando os estudantes e buscando, por meio dos signos (Vigotsky, 2001), que eles construísem relações entre as informações apresentadas. Para Vigotsky (2001, p. 161), “[...] no processo de formação dos conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo”. Nas interações em sala de aula a palavra, quando é explorada pelo professor, pode conduzir à mudança de significado, auxiliando na construção do conhecimento científico.

Na escrita dos diários de bordo, referindo-se ao processo da fotossíntese, encontramos a seguinte afirmação de EEM22B2D:

*– Fotossíntese é um processo que a planta faz para obter energia.*

Neste mesmo sentido, Wirzbicki (2015), ao analisar livros didáticos e realizar entrevistas com professores e estudantes de EM, identificou que “[...] as compreensões mais expressas são restritas à ‘energia’ como matéria” (p. 110); ideia que remete à apresentada por EEM22B2D, referindo-se ao produto da fotossíntese. Wirzbicki (2015) enfatiza que o termo “‘Energia’ é um conceito unificador da Biologia, Física e Química, portanto a sua compreensão/significação, nesta perspectiva, proporcionará avanços nos processos de ensino e aprendizagem” (p. 126, grifo da autora).

Por consequência, o conceito da fotossíntese poderá ser mais bem entendido se houver compreensão do conceito

energia e das inter-relações nas quais está envolvido. Nessa direção, ao compreender o conceito podemos afirmar que ocorreu uma generalização. Segundo Vigotsky (2001), ao conseguirmos generalizar temos um importante meio de conhecimento científico e transitamos para um grau mais elevado de abstração.

Desse modo, necessitamos de esforços cada vez mais efetivos no Ensino de Ciências para a unificação do conceito “energia” desde os anos iniciais para alcançarmos o objetivo proposto até o ensino superior. Nesse sentido, a formação inicial e a formação continuada de professores pode ser um fator decisivo ao avanço nos processos de ensino e de aprendizagem deste e outros conceitos da área de Ciências da Natureza.

Em nosso estudo percebemos que alguns estudantes mantiveram as incoerências citadas no início do trabalho. Ao ser realizado o registro sobre o que é fotossíntese, identificamos as mesmas ideias dos grupos de estudantes no início da sequência didática. Após o trabalho de modelação ser desenvolvido, foi retomada a questão sobre o processo da fotossíntese e novo registro das ideias foi realizado. Nessa atividade constatamos a manutenção ou alguns avanços nos conhecimentos iniciais sobre o processo de fotossíntese.

Na categoria Modelação e aprendizagens apresentamos a discussão sobre os modelos e os avanços em relação ao conceito da fotossíntese alcançado com a modelação, bem como as interações proporcionadas pelo trabalho.

## 4.2. Modelação e aprendizagens

Para trabalhar com a modelação é importante que os estudantes tenham contato com modelos e percebam que estes apresentam informações sobre o objeto investigado de forma limitada, ou seja, possuem aspectos que não conseguem ser expressos por um modelo (Maia, 2009; Biembengut, 2014, 2016; Silva; Catelli, 2019). Ao tomarem conhecimento das limitações que os modelos podem ter e que estes não os invalidam, os estudantes conseguem entender melhor os avanços da Ciência e, por conseguinte, percebem que não existe uma verdade absoluta e que as explicações vão avançando à medida que o conhecimento científico se desenvolve.

Nesse sentido, o trabalho com modelagem pode contribuir para avançar no conhecimento sobre a Ciência e proporcionar uma aprendizagem em que os conceitos tenham significado na vida do estudante. De acordo com Oliva (2019, p. 6), “[...] supõe-se que os modelos podem ser importantes para a realização de compreensão conceitual em ciência em um nível que vai além da memorização de fatos, equações ou algoritmos”. Ao modelar, o estudante pode ter um envolvimento com a situação-problema na busca das informações e construção do modelo que o levará a generalizações (Vigotsky, 2001), dificilmente alcançadas em situações de memorização promovidas por outras estratégias didáticas.

Dessa forma, na sequência didática nos preocupamos em trabalhar com um modelo que trata sobre a fotossíntese.

Realizamos o experimento com *Elodea sp.* montando dois sistemas, um sistema com acréscimo de bicarbonato de sódio e outro sem bicarbonato de sódio. Os estudantes foram conduzidos a formular hipóteses enquanto os sistemas estavam sendo montados, observar o comportamento da planta nos dois sistemas, buscar explicações para o que estavam visualizando durante o experimento e os motivos de acontecerem diferenças entre os sistemas. No registro da atividade, em seu diário de bordo, EEM21B2D descreve o modelo mental formulado:

*“Hoje vimos 2 sistemas que foram expostos à luz e percebemos que o sistema 1 apresentou bolhas, que é o oxigênio liberado pela fotossíntese; já no sistema 2 visualizamos algumas bolhas, porque no sistema 1 o bicarbonato libera gás carbônico e faz com que o processo de fotossíntese seja acelerado, e no sistema 2 não há bicarbonato adicionado”.*

Notamos que os estudantes conseguiram construir um modelo mental para a fotossíntese e expor o mesmo, aceitando que as bolhas observadas são do gás oxigênio e que, mesmo sem visualizar o gás carbônico na água, ele está presente no meio, sendo sua concentração fator importante para o processo da fotossíntese ocorrer de forma mais lenta ou acelerada. Exploramos por meio de um modelo de explicação a ideia da presença de gás carbônico no meio relacionando o ambiente natural, conduzimos questões sobre a origem dos gases encontrados na Terra, aos processos que poderíamos comparar à ação do bicarbonato de sódio no ambiente. Partindo deste modelo, foi orientada uma pesquisa sobre o processo da fotossíntese, suas reações e o que pode auxiliar ou limitar o processo em questão, sendo essa busca fundamental para a exploração e o aprofundamento do assunto que levará à ampliação do modelo inicial construído.

Ao longo da sequência didática todas as atividades planejadas foram com o intuito de auxiliar no levantamento de informações, proporcionando o entrelaçamento dos conceitos necessários para a construção do modelo pelos grupos. Nessa perspectiva, orientamos a busca por meio de questionamentos e os estudantes foram escolhendo as informações que consideraram mais relevantes para a elaboração do modelo próprio, mesmo assim, muitas dúvidas e incertezas sobre a forma de apresentar o modelo surgiram ao longo do trabalho. Numa das orientações, a professora regente esclarece:

*“[...] esse trabalho de pensar como vai ser o desenvolvimento do modelo; um modelo pode ser algo que a gente vê, tridimensional, pode ser bidimensional, pode ser um desenho, um esquema, pode ser um mapa mental, um slide com animação, pode ser um jogo, tem várias possibilidades que vocês podem utilizar para explicar a produtividade (dos morangos) e a fotossíntese envolvida no problema (Aula 3, turmas A e B).*

Conforme aponta Oliva (2019, p. 13, tradução nossa),

*[...] são muitos os recursos instrumentais que hoje são considerados como suporte para modelagem em aula de ciências, como desenhos, maquetes, maquetes mecânicas, metáforas, analogias, simulações, experimentos de pensamento etc. [...]*

todos eles são recursos a serviço do aluno e do professor quando confrontados com tarefas-chave como imaginar, refletir, visualizar, ilustrar, representar, etc.

Ao iniciar a apresentação do modelo construído por G3, EEM9A9 explica:

“O nosso grupo fez um mapa mental como modelo, um esquema com tudo que pode afetar a produção do morango

que está em vermelho e o que é feito para reduzir esse problema em amarelo. Daquele lado, aquele azul-água são as coisas que afetam positivamente, que ajudam na produção do morango, e o verde é o que é feito para aumentar ainda mais essa produção”.

Esse detalhamento podemos conferir na Foto 1 a seguir.

Foto 1: Modelo sobre a questão de pesquisa apresentado por G3.



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2022).

Na atividade de modelagem a criação e a argumentação estão imbricadas, uma vez que o estudante, para tomar uma decisão, deverá saber justificar e defender sua escolha, capacidade que pode ser aperfeiçoada à medida que a troca de ideias vai acontecendo no grupo/turma e com a professora.

Em atividades de modelagem, Pezoa Reyes e Morales Soto (2016) ressaltam que

[...] as interações, promovidas no exercício da prática de modelagem, permitiram que os alunos refletissem sobre suas ideias e conjecturas iniciais, de modo que por meio de argumentos e explicações pudessem questionar sua concepção inicial e assim dar novos e mais consistentes significados aos seus conhecimentos (p. 61, tradução nossa).

No decorrer de nosso trabalho na sequência didática, notamos que os estudantes apresentaram dificuldades quanto à capacidade argumentativa. Ao serem questionados, conseguiram identificar o que poderia ser aperfeiçoado em seu trabalho e/ou perceber o que deixaram de considerar e que eram importantes para o aprimoramento do modelo que construíram. No entanto, os argumentos utilizados, foram restritos à forma de organização das informações. Podemos

observar na fala de EEM4A9, ao comparar o modelo de seu grupo, G4, com o modelo de outro grupo, que – Os dois grupos que realizaram a apresentação tiveram a mesma intuição, mas o G3 apresentou em forma de mapa mental que ficou com informações mais claras.

Durante a apresentação dos modelos os grupos de estudantes foram sendo orientados, por intermédio de questionamentos, a trazerem outros aspectos, como a localização na tabela periódica dos elementos químicos que haviam citado, importantes para a produção dos morangos, de forma que pudessem compreender que o assunto estudado em aulas da área de Ciências da Natureza também está no dia a dia da produção de morangos, e pode interferir no processo da fotossíntese, sendo essencial para a vida de muitos outros seres vivos, inclusive a do ser humano. No diálogo a seguir a professora questiona sobre os nutrientes que o G7 apontou em seu modelo – cálcio, potássio, boro, zinco –, se todos eles são encontrados na tabela periódica. Os estudantes respondem que sim, e, na sequência, é realizado novo questionamento:

Professora (Aula 9, turma B):

E vocês sabem a localização deles na tabela? Vamos lá então, vamos encontrar eles, quem ajuda? Onde está o cálcio? E o potássio? E qual é esse grupo?

A esta pergunta os estudantes assim responderam:

EEM2B9: *Potássio – Metais alcalinos.*  
EEM8B9: *Cálcio – Metais alcalinos terrosos.*  
EEM8B9: *São os que vêm da terra.*

Na conclusão do diálogo a professora reforça a ligação entre os conceitos estudados nas aulas de Química e os conceitos que estão em discussão na sequência didática, e, por meio da palavra, instiga que os estudantes alcancem novas generalizações dos conceitos (Vigotsky, 2001), Professora (aula 9, turma B):

*Viram que esses elementos que vocês estudam na Química, as características, o comportamento, etc., para o morango é importante. Então, não é só para estudar e saber onde está na tabela periódica, é porque no dia a dia da gente eles são importantes, especialmente para os vegetais realizarem suas reações químicas, a fotossíntese, e para os animais sobreviverem também.*

Dessa forma, a interação mediada pela professora ao longo da atividade de modelagem procura atuar na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes, uma vez que

o desenvolvimento dos conceitos científicos pressupõe um certo nível de elevação dos espontâneos, no qual a tomada de consciência e a arbitrariedade se manifestam na zona de desenvolvimento imediato; quanto o fato de que os conceitos científicos transformam e elevam ao nível superior os espontâneos, concretizando a zona de desenvolvimento imediato destes: porque o que a criança hoje é capaz de fazer em colaboração, amanhã estará em condições de fazer sozinha (Vigotsky, 2001, p. 351).

Logo, as atividades que seguem os pressupostos da Modelagem na Educação caracterizam-se por partir do que os estudantes sabem – a zona de desenvolvimento real – bem como auxiliar na construção de conhecimentos por meio das interações socialmente mediadas nas pesquisas desenvolvidas pelos grupos de trabalho acerca dos conhecimentos envolvidos na produção dos morangos e as relações com a fotossíntese, que conduzem à construção do conhecimento mediante a expressão e validação dos modelos.

## 5. CONCLUSÕES

Ao desenvolvermos e analisarmos a sequência didática reafirmamos o que é apontado na literatura da área, que o trabalho dentro dos pressupostos da Modelagem na Educação, ao ser desenvolvido na Educação Básica, pode contribuir para a construção e a significação de aprendizagens de conceitos considerados abstratos, como o conceito de fotossíntese.

Compreendemos que ao envolver-se com o tema ao longo das aulas com Modelagem na Educação a maioria dos estudantes conseguiu avançar no entendimento do conceito trabalhado, passando a perceber as interações que são estabelecidas para a manutenção da vida no planeta, com base na realização da fotossíntese, seja no sentido alimentar, da liberação do gás oxigênio, ou da manutenção da temperatura global. Tivemos estudantes que pouco

avançaram no entendimento, o que reforça o argumento que devemos retomar os conceitos ao longo do Ensino Médio. Para trabalhar com a Modelagem na Educação, são necessários esforços de professores e estudantes no sentido de envolverem-se com o tema a ser modelado, com interação entre professor e estudante, professores da área e estudantes, estudante-estudante, professor, além de estudantes e comunidade.

Observamos que as capacidades argumentativas e criativas também podem ser aprimoradas na Educação Básica com atividades de modelagem, pois, ao modelar, os estudantes criam modelos que precisam ser defendidos entre seus pares e professores, desenvolvendo sua criticidade, posicionamento e argumentação diante de situações do seu contexto vivencial que requer de conhecimentos científicos para ser compreendida na sua integralidade, a exemplo do conceito fotossíntese e as implicações com as diferentes formas de vida do planeta.

## 6. REFERÊNCIAS

- Biembengut, M. S. (2014). *Modelagem no Ensino Fundamental*. Blumenau: Edifurb.
- Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem na educação matemática e na ciência*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Biembengut, M. S. (2000). Modelagem Matemática e Etnomatemática: pontos (in) comuns de registro. In: I Congresso Brasileiro de Etnomatemática: Aprendizagem, Cultura e Ação Social, São Paulo. *Anais do I Congresso Nacional de Etnomatemática*. São Paulo, 1. <http://www2.fe.usp.br/~etnomat/site-antigo/anaais/MariaSalettBiembengut.html>
- Bonotto, D. L. & Scheller, M. (2018). Avaliações do Agir Modelagem na Formação Continuada do Professor de Matemática da Educação Básica. *Interfaces da Educação*, Paranaíba, 9(25), 350-377.
- Carvalho, A. M. P. (2006). Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. In: *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Org. Flávia Maria Teixeira dos Santos & Ileana Maria Greca. Ijuí: Ed. Unijuí, 13-40.
- Dias, P. V. P. (2014). *Um estudo dos saberes acerca dos modelos e da modelagem no ensino de ciências: possíveis contribuições de um processo formativo*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Duso, L. (2012). O uso de modelos no ensino de biologia. In: *Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino*, 16. Campinas. Anais [...]. Campinas: FE/Unicamp. 428-437.
- Duso, L.; Clement, L.; Pereira, P. B. & Filho, J. P. A. (2013). Modelização: uma possibilidade didática no ensino de Biologia. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, 15(2), 29-44.
- Ferreira, P. F. M. (2006). *Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. <http://hdl.handle.net/1843/FAEC-85UP2D>.
- Ferreira, P. F. M. & Justi, R. S. (2008). Modelagem e o “Fazer Ciência”. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 28, 32-36.

- Góes, M. C. R. (1997). As relações intersubjetivas na construção de conhecimentos. In: Góes, M. C. R. & Smolka, A. L. B. (orgs.). *A significação nos espaços educacionais: Interação social e subjetivação*. Campinas: Papirus.
- Justi, R. (2015). Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, 17(n. especial), 31-48.
- Lima, M. E. C. C.; Aguiar Júnior, O. & De Caro, C. M. (2011). A formação de conceitos científicos: ... *Ciência & Educação*, 17(4), 855-871.
- Moraes, R. & Galiuzzi, M. C. (2016). *Análise Textual Discursiva*. 3. ed. rev. e amp. Ijuí: Editora Unijuí.
- Moul, R. A. T. M. & Silva, F. C. L. (2017). A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, 12(2), 118-128.
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Raven, P. H.; Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (2011). *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Silva, F. S. & Catelli, F. (2019). Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(4). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0029>
- Souza, S. C. & Almeida, M. J. P. M. (2002). A Fotossíntese no Ensino Fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. *Ciência & Educação*, 8(1), 97-111.
- Tardif, M. (2010). *Saberes docentes e formação profissional*. 11. ed. Petrópolis: Vozes.
- Tardif, M. (2000). Saberes Profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. *Revista Brasileira de Educação*, 13, 5-24.
- Vygotsky, L. S. (1991). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vigotsky, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Zômpero, A. F. (2012). *Significados de fotossíntese elaborados por alunos do ensino fundamental a partir de atividades investigativas mediadas por multimodos de representação*. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Pezoa Reyes, María Inés, & Morales Soto, Astrid. (2016). El Rol de la Modelación en una Situación que Resignifica el Concepto de Función. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 11(2), 52-63. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-66662016000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662016000200005&lng=es&tlng=es)

### **Angelita Lopes Dahmer**

Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo/RS (2021-2023). Possui especialização em Ciências Ambientais, com ênfase em Saúde e Meio Ambiente pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2005), Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2003). Atua como professora de Ciências no Ensino Fundamental e de Biologia no Ensino Médio da Escola de Educação Básica José Adolfo Meister em Caibaté/RS e Ensino Médio da Escola de Ensino Médio Santo Estanislau, em Mato Queimado/RS - Brasil.