

TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FOTOSSÍNTESE NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE EDUCADORES

Maxwell Luiz da Ponte¹

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8174-8744>

Rosemary Rodrigues Oliveira²

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1349-659X>

RESUMO

Resumo: A transposição didática (TD) compreende em um conjunto de processos envolvidos nas criações didáticas a partir da transição de um conteúdo de saber para um conteúdo de ensinar. Neste processo devem ser consideradas as relações que ocorrem entre professor-aluno-conhecimento. As estratégias de ensino e demais recursos didáticos são importantes no processo de TD, pois influenciam diretamente na didática. O presente trabalho, de natureza descritiva, relata a experiência vivenciada por um grupo de educadores em formação continuada durante a elaboração de uma proposta de plano de aula para ensino de fotossíntese na educação básica, à luz da teoria da TD. A partir de pesquisa bibliográfica acerca da pesquisa sobre o ensino de fotossíntese, que revelou as dificuldades de abordagem desse conteúdo nos currículos escolares, os educadores elaboraram uma sequência didática para o ensino de fotossíntese para os anos iniciais do Ensino Fundamental, com destaque para a observação de fenômenos naturais mediante o uso de ambientes externos à sala de aula, práticas experimentais e atividades lúdicas que posicionam os aprendizes como principais sujeitos do processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Formação Continuada de Professores; Leitura e escrita em Ciências; Sequência Didática.

1

DIDACTIC TRANSPOSITION IN PHOTOSYNTHESIS TEACHING IN THE FIRST YEARS OF BASIC EDUCATION: EXPERIENCE IN CONTINUED TEACHER TRAINING

ABSTRACT

Didactic transposition (DT) comprises a set of processes involved in didactic practices from the transition from a content of knowledge regarded as a tool to be put to use to knowledge as something to be taught and learned. In this process of DT, the relationships that between teacher-student-knowledge must be considered. Teaching strategies and other teaching resources should be important in the DT process, as they directly influence the didactic relationships. The presente work, of a descriptive nature, reports the experience lived by a group of educators in continued teacher training during the elaboration of a lecture plan proposal for teaching photosynthesis in basic schooling, based on the theory of DT. A bibliographic research was carried out on the teaching of photosynthesis, which revealed the difficulties of approaching this content in school curricula, the research participants developed a didactic sequence for the teaching of

¹ Mestre em Ensino, História e Ciências da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (PEHCT/ IG/UNICAMP). Doutorando junto ao Programa de Ensino e História de Ciências da Terra (PEHCT/ IG/ UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil. E-mail: maxlponte@hotmail.com

² Licenciada em Ciências Biológicas, Mestre e Doutora em Educação para a Ciência (FC/UNESP). Professora Assistente Doutora junto ao Departamento de Economia, Administração e Educação (FCAV/UNESP), e do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino e Processos Formativos (UNESP Ilha Solteira/São José do Rio Preto/Jaboticabal), Jaboticabal, São Paulo, Brasil. E-mail: rosemary.oliveira@unesp.br

photosynthesis for the first years of basic schooling, emphasizing the observation of natural phenomena using outdoor and experimental education practices e ludic activities that position apprentices as the main subjects of process.

Key words: Continued teacher training; Science reading and writing; Didactic sequence.

TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PARA LA ENSEÑANZA DE FOTOSÍNTESIS EN LOS AÑOS INICIALES DE LA ENSEÑANZA FUNDAMENTAL: EXPERIENCIA EN FORMACIÓN DOCENTE CONTINUA

RESUMEN

La transposición didáctica (TD) comprende un conjunto de procesos involucrados en las creaciones didácticas desde la transición del saber sabio al saber enseñado. En este proceso, se deben considerar las relaciones que se dan entre maestro-alumno-conocimiento. Las estrategias de enseñanza y otros recursos didácticos son importantes en el proceso de TD, ya que influyen directamente en la didáctica. El presente trabajo, de carácter descriptivo, relata la experiencia vivida por un grupo de maestros en formación docente continua durante un planeamiento de aula para la enseñanza de "fotosíntesis" en los años iniciales de la enseñanza escolar. A partir de una investigación bibliográfica sobre la enseñanza de la fotosíntesis, que reveló las dificultades para abordar este contenido en los currículos escolares, los educadores desarrollaron una secuencia didáctica para la enseñanza de la fotosíntesis en los primeros años de la escuela, con énfasis en la observación de fenómenos naturales mediante el uso de prácticas de educación experimental y fuera del aula, y también actividades recreativas que posicionan a los aprendices como sujetos principales del proceso.

Palabras clave: Formación continua de profesores; alfabetización científica; secuencia didáctica.

INTRODUÇÃO

Ao se referir à ciência, Volpato (2013) destaca que se trata de uma das formas de o homem estudar e entender o planeta Terra. Através de métodos bem estabelecidos e diversos, a ciência ocupa-se de responder questões e de resolver problemas sociais, culturais, ambientais (LEITE, 2007; VOLPATO, 2013).

Para que o conhecimento científico chegue a todos os setores da sociedade, ele deve ser, adequadamente, ensinado/comunicado (CARVALHO, 2009; LORDELO; PORTO, 2012) por meio da educação formal e da não formal e da divulgação científica, auxiliando os indivíduos na compreensão do mundo em que vivem.

Nesse sentido, processos de Transposição Didática eficazes, em que situações didáticas possibilitam a transição de um conteúdo de saber (sábio ou aplicado) para um conteúdo de ensinar, passível de ser abordado em contextos de ensino e de aprendizagem, fazem-se necessários (CHEVALLARD, 1998; 2013).

De acordo com Carvalho (2009), a Transposição Didática (TD) pode ser entendida como um processo que possui duas fases, a saber: interna (TDI) e externa (TDE). A TDE "[...] analisa a razão pela qual alguns conteúdos, e não outros, são selecionados [na sociedade] para serem ensinados" (CARVALHO, 2009, p. 42). A TDE através de conteúdos selecionados e designados nos currículos e nos programas escolares, tais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, de agora em diante), publicada em 2018 (BRASIL, 2018) e o Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019) transforma

objetos do saber, produzidos pela Ciência, em saberes a ensinar. A TDI, por sua vez, “[...] se preocupa com a maneira de como os conteúdos [designados pelo currículo] são transpostos no processo de ensino-aprendizagem” (CARVALHO, 2009, p. 42).

A TDI compreende a transformação das orientações curriculares no saber ensinado em sala de aula, sendo que o professor atua, diretamente, nessa transição, por meio do recorte de conteúdos e de objetivos, da escolha dos recursos e das estratégias, da organização de sequências de ensino, i.e., por meio de seu planejamento didático. Isso vai ao encontro do explicitado por Verret (1975 *apud* CARVALHO, 2009, p. 43), que descreve como uma das quatro características do trabalho de transposição didática, a programabilidade da aquisição do saber que “[...] resulta da programação das aprendizagens e do controle das sequências de ensino, permitindo a aquisição progressiva de conhecimentos e competências” (CARVALHO, 2009, p. 43).

No processo de TD, deve-se considerar que as relações em sala de aula são ternárias, envolvendo professores, alunos e o conhecimento ensinado/“saber a ensinar” (CARVALHO, 2009; CHEVALLARD, 2013). Estudos revelam que as particularidades de cada um dos polos envolvidos nessa relação, a estrutura dos espaços de aprendizagem e o contexto socioeconômico, político e ambiental influenciam na transposição didática (MARANDINO, 2004; CHEVALLARD, 2013; CARVALHO, 2017). As intenções didáticas são influenciadas pelos valores sociais e morais da sociedade, de modo que os sujeitos e/ou as instituições envolvidas acabam ocultando e distorcendo conceitos durante os processos de transposição didática, seja externa ou interna (CARVALHO, 2009; CHEVALLARD, 2013).

O tempo é, portanto, uma variável a ser considerada na TD (LEITE, 2007). Destacamos, aqui, diferentes leituras de “tempo” na TD. Primeiramente, a obsolescência do conhecimento e, conseqüentemente, dos manuais, dos programas e dos livros didáticos, que, por extensão, atingem as mudanças de paradigma sociais e as descobertas constantes de informações pela ciência. Para Chevallard (2013), o “tempo didático” é transaccional, uma vez que a produção dos saberes pela ciência movida na necessária resolução de problemas socioambientais, resulta em mudanças/novidades, gerando a “contradição antigo/novo”, mediante a qual os objetos de ensino são em parte conhecidos e em parte não sabidos. Essa parte não sabida transforma o objeto de ensino, mantendo o antigo e incorporando-o ao novo (LEITE, 2007)

Além disso, uma outra face temporal da TD refere-se aos tempos de ensino e aprendizagem de cada indivíduo, de modo que a subjetividade de cada aluno inviabiliza um tempo didático único (LEITE, 2007). O tempo em que os professores se atualizam e adotam novas estratégias e recursos didáticos deve, também, ser considerado.

Especificamente, no ensino de Ciências, a escolha das estratégias e os recursos de ensino são muito importantes para que se alcance os objetivos de aprendizagem pretendidos (KRASILCHIK, 2011). Compreendemos “estratégias de ensino” como os meios adotados pelos professores no processo de ensino e aprendizagem, de acordo com cada saber a ser ensinado (KRASILCHIK, 2011; MAZZIONI, 2013). O uso dessas estratégias e recursos devem ser considerados pelo professor no processo de TD, influenciando, diretamente, no trinômio conhecimento ensinado-professor-aluno (BARROSO *et al.*, 2013; CARVALHO, 2009).

O presente relato de experiência apresenta atividade vivenciada por um grupo de educadores, em uma disciplina de um programa de pós-graduação, em formação continuada, de elaboração de uma proposta para ensino do tema fotossíntese na Educação Básica, considerando os pressupostos da TD.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo (VOLPATO, 2015), valendo-se de referenciais metodológicos de pesquisa bibliográfica e documental (CARMO; FERREIRA, 2008). O relato decorre da experiência vivenciada no âmbito da disciplina “Transposição didática no ensino de Ciências”, do Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos, da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Dentre os sujeitos da pesquisa, constam cinco professores: um pedagogo e quatro licenciados em Ciências Biológicas. No contexto da referida disciplina, tais educadores foram considerados em processo de formação continuada.

Possibilitou-se a experiência de TD, a partir da elaboração de um plano de aula para o ensino de “fotossíntese” nos anos iniciais do Ensino Fundamental I, à luz da teoria da TD e de conhecimentos específicos das Ciências Biológicas.

Em um primeiro momento, com a intenção de identificar elementos do processo de TDE, procedemos ao levantamento de artigos científicos que investigam a fotossíntese enquanto um processo bioquímico/metabólico em plantas. Após essa caracterização do conhecimento científico, procedemos a uma pesquisa bibliográfica sobre ensino de fotossíntese, bem como pesquisa documental, nos currículos oficiais (BNCC e Currículo Paulista), a fim de compreender como esse conhecimento é apresentado aos professores nas pesquisas sobre práticas docentes e no currículo.

Para tanto, utilizamos a plataforma de busca “Google Scholar”. Inicialmente, realizamos busca pela palavra-chave “fotossíntese”. A partir dos resultados, consideramos os quinze primeiros artigos resultantes e suas palavras-chave, a partir da qual procedemos novas buscas. Assim, foram selecionados os artigos, elegendo-se aqueles cujo teor abordavam o processo de fotossíntese, resultando em nove trabalhos.

Ainda no Google Scholar, procedemos a um levantamento bibliográfico a respeito de práticas pedagógicas para o ensino de fotossíntese na Educação Básica, descritas em artigos e em resumos de congressos. Utilizamos como unitermos: “prática pedagógica fotossíntese”; “prática ensino fotossíntese”; “metodologia ensino fotossíntese”; “sequência didática fotossíntese”. Foram considerados os quinze primeiros artigos resultantes, de modo que foram selecionados cinco trabalhos, que de fato descreviam práticas pedagógicas relacionadas ao tema.

No que se refere aos programas escolares, buscamos identificar os conceitos de fotossíntese na BNCC (BRASIL, 2018) e no Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2019), bem como os momentos do currículo em que os docentes são orientados a abordar essa temática. A partir dessas leituras elaboramos planejamento de ensino para estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental I, com base no Currículo Paulista. Essa escolha deu-se a partir dos relatos de dificuldade do professor com formação em Pedagogia, que atua nas séries iniciais, na abordagem desse conteúdo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento bibliográfico realizado revelou os principais focos de estudos científicos envolvendo fotossíntese. Os estudos visam compreender interações entre esse processo fisiológico e outros, como trocas gasosas e no potencial hídrico, que afetam a produtividade e a demanda hídrica de espécies com destacado potencial econômico, conforme especificado no Quadro 1.

Quadro 1 – Fotossíntese na literatura científica como objeto de pesquisa.

Artigo	Palavras-chave
Amaral, Rena e Amaral (2006)	<i>Coffea arabica</i> , temperatura, curva de crescimento
Costa e Marenco (2007)	Déficit de pressão de vapor, potencial hídrico foliar, transpiração, trocas gasosas da folha.
Dias e Amarenco (2007)	Amazônia, condutância estomática, eficiência fotoquímica, fluorescência, <i>Minuartia guianensis</i> , <i>Swietenia macrophylla</i>
Machado (2002)	<i>Citrus sinensis</i> , trocas gasosas, transpiração, crescimento
Machado e colaboradores (2005)	<i>Citrus sinensis</i> , <i>Citrus latifolia</i> , <i>Citrus reticulata</i> , déficit da pressão de vapor, temperatura, trocas gasosas.
Medina e colaboradores (1998)	<i>Citrus sinensis</i> , condutividade hidráulica das raízes, potencial da água, taxa de assimilação líquida de CO ₂ .
Medina, Machado e Gomes (1999)	<i>Citrus limonia</i> , <i>Citrus sinensis</i> , eficiência do uso da água, <i>Poncirus trifoliata</i> , trocas gasosas.
Oliveira e colaboradores (2002)	<i>Bactris gasipaes</i> , deficiência hídrica, fotossíntese
Souza e colaboradores (2011)	<i>Vigna unguiculata</i> , condutância estomática, eficiência de carboxilação, fluorescência da clorofila, prolina, trocas gasosas

Fonte: elaborado pelos autores.

A fotossíntese e o metabolismo celular, conceitos biologicamente muito importantes, são referidos pela literatura como conceitualmente difíceis, a partir das dificuldades que muitos alunos têm em os compreender (STAVY *et al.*, 1987; WANDERSEE *et al.*, 1994). Essa dificuldade relaciona-se à linguagem científica, às confusões semânticas e às associações equivocadas (SOUZA; ALMEIDA, 2002), à incompreensão sobre os processos metabólicos (KAWASAKI; BIZZO, 2000) e às concepções prévias dos estudantes (STAVY *et al.*, 1987; WANDERSEE *et al.*, 1994).

A produção científica apresentada no Quadro 1 evidencia a relação desse conceito biológico com outras áreas, como a física e a química, de modo geral, e a agronomia, de modo específico, indicando que conteúdos científicos relacionados aos processos fotossintéticos subsidiam o desenvolvimento científico de conhecimentos de vários campos do saber. Depreendemos que, do mesmo modo, na escola, a fotossíntese poderia ser abordada de modo interdisciplinar, possibilitando menor fragmentação desse conteúdo junto aos estudantes dos diversos níveis de ensino.

Isso é essencial, porque muitos conceitos necessários para compreender a fotossíntese são contraintuitivos e abstratos. A interdisciplinaridade associada à incorporação de diferentes modalidades de ensino pode ajudar os docentes dos diferentes níveis de ensino a tornarem o conteúdo mais tangível e, conseqüentemente, os alunos a desenvolverem uma compreensão mais aprofundada sobre o fenômeno (ROSS; TRONSON, 2004)

Ao analisarem o ensino de Botânica na formação de professores de Ciências e Biologia, Fonseca e Ramos (2017) revelam que os conceitos da Botânica são apresentados aos universitários de forma extremamente conteudista e descontextualizada. Para os autores, as disciplinas específicas de Botânica não apresentam diversificação das metodologias de ensino nem estabelecem relação dos conteúdos botânicos com o cotidiano dos alunos, promovendo aulas mais dinâmicas.

Em livros-texto utilizados para o ensino de Botânica, em cursos de graduação em áreas afins ao conhecimento, dentre os quais destacamos Raven (2014) e Taiz e colaboradores (2017), a abordagem do tema fotossíntese é aprofundada e ancorada em processos bioquímicos intracelulares. As relações entre esses processos com fatores ambientais que os desencadeiam como luz, temperatura, gás carbônico, disponibilidade de água e de nutrientes nem sempre são enfatizados.

A aula tradicional, pautada em habilidades de escuta passiva, não ajuda o estudante a fazer as conexões necessárias entre os exemplos macroscópicos e os conceitos moleculares/atômicos que acompanham o processo de ensino-aprendizagem da fotossíntese na Universidade. Por esse motivo, Biggs (2003) afirma que

os componentes submicroscópicos da fotossíntese, provavelmente, permanecerão um mistério para a maioria dos estudantes do ensino superior.

Em relação à produção acadêmica na área de ensino de Botânica, Pieroni (2019) realizou levantamento da produção acadêmica, evidenciando que a área ainda se mostra incipiente, contando com 51 dissertações e teses defendidas entre 1982 e 2017 e 118 publicações em periódicos nacionais (1996 a 2017), nas quais se enfocam como tendências principais as noções de “[...] trabalhos com foco no Ensino Médio, na Educação Superior e no Ensino Fundamental II; temáticas voltadas para uma abordagem genérica da Botânica, para o ensino de morfologia, fisiologia e ecologia vegetal, relacionando-os ao estudo da diversidade das plantas” (PIERONI, 2019, p. 9).

Portes (2019) aponta como principais dificuldades para o ensino de fotossíntese nas séries iniciais do Ensino Fundamental os equívocos conceituais dos professores. A autora articula esse equívoco a uma formação de professores deficiente em investigação no ensino de Ciências, atrelado a um currículo engessado e pouco material de apoio para esses sujeitos. Destaca, também, o processo descontextualizado do ensino de fotossíntese como fator que carece ser enfrentado nas séries iniciais, de modo a não criar bases para enraizamento de conceitos equivocados ao longo do processo escolar do aluno.

No que tange a artigos que abordam práticas pedagógicas para o ensino de fotossíntese no Ensino Fundamental, de um modo geral, refere-se a um ensino que possibilite a compreensão de três aspectos fundamentais que podem ser sintetizados a partir das seguintes perguntas “de onde provém a energia utilizada por animais e vegetais?”, “de onde provém o material necessário para a síntese de substâncias orgânicas diversificadas em animais e vegetais?” e “qual o local onde a energia presente nos alimentos é liberada com o auxílio do oxigênio, em animais e vegetais?” (KAWASAKI; BIZZO, 2000, p. 27). Os estudos indicam que, do mesmo modo como já reportado para o ensino universitário, devido à complexidade do conteúdo, crianças e adolescentes possuem dificuldade para a compreensão da fotossíntese (KAWASAKI; BIZZO, 2000; REIS; JANNUZZI, 2015).

O Quadro 2 apresenta a diversidade de recursos e estratégias que podem ser utilizadas nas práticas pedagógicas para o ensino de fotossíntese de acordo com a bibliografia consultada.

Quadro 2 – Práticas pedagógicas no ensino de Fotossíntese reportadas por artigos da área de ensino.

Artigo	Prática Pedagógica
Carniatto e Aragão (1999)	"O ensino da fotossíntese deve ser demonstrativo": Partir do conhecimento prévio, ministrar aulas expositivas dialogadas e realizar aulas práticas e experimentais
Castro e Bejarano (2012)	Ensino a partir de conhecimentos prévios
Paraná (2010)	Confecção de modelos tridimensionais de moléculas químicas para o estudo da matéria
Paraná (2010)	Observação de cloroplastos de Célula Eucariótica Vegetal com uso de microscópio
Paraná (2010)	Jogo de tabuleiro "Na trilha da natureza"
Reis e Jannuzzi (2015)	Construção de viveiro, composteira e terrário
Silva e Lana (2019)	Jogo de cartas

Fonte: Elaborado pelos autores.

O desenvolvimento de um ensino de Ciências contextualizado relaciona-se a repensar materiais e abordagens de ensino, com a intenção de auxiliar os estudantes a entender a linguagem científica subsidiando a aprendizagem significativa (GLYNN; WINTER, 2004; MOREIRA, 2006). Por esse motivo, observamos, no Quadro 2, atividades que vão desde situações de ensino em viveiros e em terrários, passando por jogos até a observações ao microscópio.

Zômpero e Laburú (2011), ao realizarem pesquisa sobre significados de fotossíntese apropriados por alunos do Ensino Fundamental, destacam a utilização excessiva de terminologia científica associada a propostas muito tradicionais de ensino como fator que dificulta o entendimento do fenômeno fotossintético. Acreditamos que articular a terminologia científica ao cotidiano do estudante em práticas que coloquem o aluno no lugar de sujeito do processo de ensino maximize o entendimento desse tema que requer grande abstração.

A esse respeito, Ulfa e colaboradores (2017) advogam pelo uso de estratégias que envolvam atividades de investigação-discussão-investigação. Essas consistem em demonstrações, seguidas por apresentações e por discussões que possibilitam aos estudantes socializar/compartilhar os processos cognitivos, o desenvolvimento de novas demonstrações e/ou atividades práticas laboratoriais e a vivência de posteriores socializações, com o objetivo de consolidar os conceitos de fotossíntese de forma integrada reduzindo o nível de confusão conceitual entre os alunos.

Ao observarmos os documentos oficiais identificamos, na BNCC e no Currículo Paulista, possibilidades de abordagem do ensino de fotossíntese a partir das habilidades a serem desenvolvidas no ensino de Ciências Naturais, nos segundo e quarto anos do Ensino Fundamental (cf. Quadro 3). Isso evidencia que desde as séries iniciais crianças podem ser instadas a refletir sobre a fotossíntese a partir da relação com o cotidiano.

Quadro 3 – Habilidades para o ensino de Ciências expressas no Currículo Paulista que podem ser relacionadas ao ensino de fotossíntese em.

Habilidades da BNCC	Habilidades do Currículo Paulista
(EF02CI04) Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem.	(EF02CI04) Observar e descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida e local onde se desenvolvem) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que vivem
(EF02CI05) Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.	(EF02CI05) Investigar em diferentes ambientes do seu cotidiano ou da sua região a importância da água e da luz para a manutenção da vida e dos seres vivos
(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos.	(EF02CI06) Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos
(EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos.	(EF04CI04) Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos
(EF04CI05) Descrever e destacar semelhanças e diferenças entre o ciclo da matéria e o fluxo de energia entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema.	(EF04CI05) Descrever e associar o ciclo da matéria e o fluxo de energia que se estabelecem entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema

Fonte: Elaborado pelos autores.

Exercitando o pensar sobre a TD para o ensino de fotossíntese

A partir da dimensão teórica apresentada, elaboramos o planejamento para o trabalho com fotossíntese no segundo ano do Ensino Fundamental, com crianças de sete anos de idade, em média. O planejamento abarca as habilidades EF02CI04, EF02CI05, EF02CI06 da BNCC e do Currículo Paulista (cf. Quadro 3).

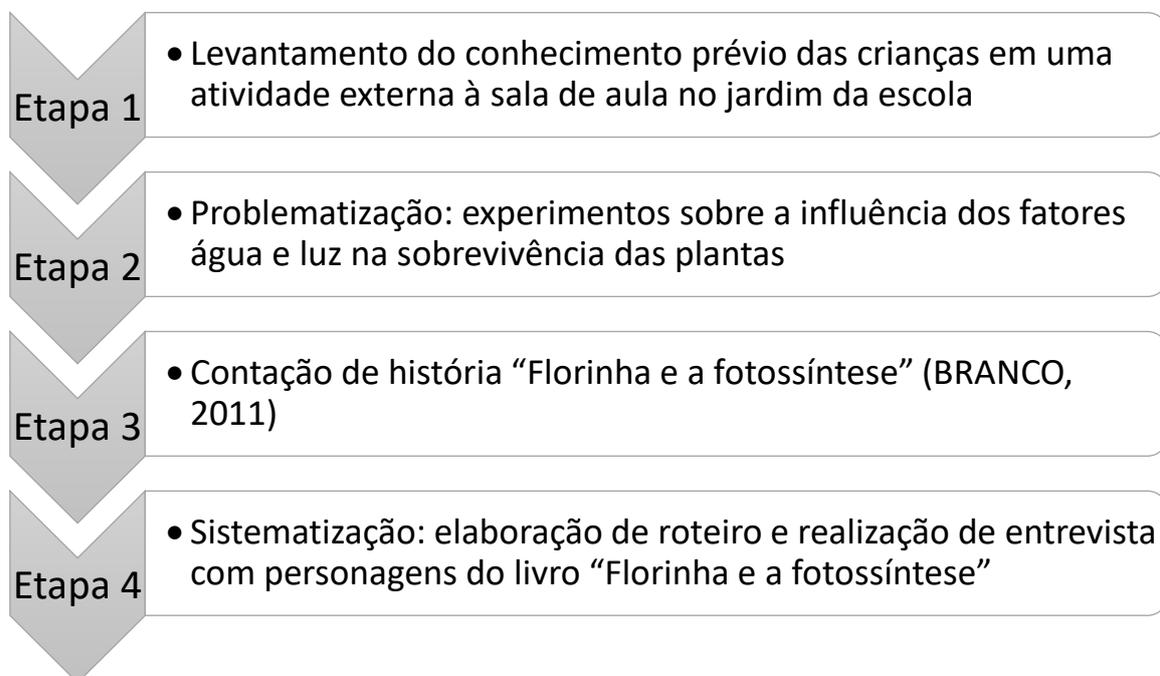
Para fins de organização do planejamento e para que as atividades sejam mais bem aproveitadas, limitamos a participação de vinte estudantes por turma e consideramos que todos se encontram em processo de alfabetização e letramento. Além disso, posicionamos a aula em um contexto pedagógico de estudo dos vegetais, a partir do conteúdo de Botânica apresentado em um livro didático de Ciências para as séries iniciais (HIRANAKA, 2018). O livro em questão adota a seguinte sequência de abordagem de conteúdos, a saber: (i) as plantas são seres vivos; (ii) partes das plantas

e funções; (iii) relações das plantas com outros seres vivos: observações e sentidos; e (iv) como as plantas respiram e alimentam-se?

Objetivamos identificar as características das plantas, incluindo o reconhecimento de órgãos vegetativos e reprodutivos, além das funções desses em diferentes organismos vegetais compreendendo as relações desses organismos com outros fatores bióticos e abióticos do ambiente. Como objetivos específicos, pretendemos (i) reconhecer as partes das plantas (raiz, caule, folhas, flores, frutos e semente e suas funções) e (ii) discutir em especial função das folhas e a fotossíntese como processo de obtenção de energia por seres autotróficos, produtoras de seu próprio alimento.

Dessa forma, introduziremos, de modo acessível a estudantes das séries iniciais, discussões sobre a importância do processo fotossintético para a própria planta, para as cadeias alimentares e para a ocorrência de vida no planeta. A seguir, na Figura 1, apresentamos a sequência didática, intitulada “Como as plantas respiram e se alimentam?”, descrevendo, na sequência, as estratégias e os recursos adotados em cada etapa e como o processo de TD do conteúdo para esse nível de ensino foi pensado.

Figura 1 – Proposta de sequência didática para ensino de Fotossíntese no segundo ano do Ensino Fundamental.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira etapa compreende a atividade de levantamento de conhecimentos prévios em ambiente externo à sala de aula. A literatura da área revela a importância

do professor na organização de situações de ensino que levem em consideração àquilo que a criança já traz em sua estrutura cognitiva. Desse modo, a possibilidade de os conteúdos escolares relacionarem-se às ideias de modo não arbitrário aumenta (MOREIRA, 2006), fazendo com que o processo de aprendizagem seja significativo para o estudante. Por sua vez, Oliveira (2013), ao investigar conhecimentos prévios de estudantes de Ensino Fundamental II sobre fotossíntese, evidenciou que 40% dos sujeitos pesquisados não estabeleciam relação entre o oxigênio presente na atmosfera e o processo fotossintético. Ainda segundo o autor, o conhecimento sobre esse conteúdo não é suficiente e entre as principais dificuldades dos estudantes destaca “[...] o fato de não entenderem como e por que a água, o ar e a luz do sol são utilizados na produção de alimentos pelos vegetais” (OLIVEIRA, 2013, p. 3)

O objetivo dessa etapa é que os estudantes façam observações de organismos vegetais no entorno da escola, como árvores, jardins e hortas que podem estar presentes no próprio espaço escolar com a intenção de despertar a curiosidade, em especial a partir de uma questão do professor “as plantas se alimentam? Como?”

Esperamos uma tempestade de hipóteses que serão problematizadas ao longo do passeio pelo docente, desafiando as crianças a refletir, livremente, sobre a alimentação das plantas, gerando dúvidas e lacunas que fomentarão o desejo de outros conhecimentos sobre o tema. Destacamos, aqui, a inversão da lógica de transmissão de conteúdos de modo mecânico para a busca ativa daquilo que as crianças sabem e pensam a respeito da alimentação dos vegetais, problematização e geração de conflito cognitivo.

A segunda etapa consistirá em nova problematização a partir de uma atividade de experimentação. As atividades experimentais auxiliam as crianças a agir sobre os objetos e ver como eles reagem, “desenvolver o olhar” e a curiosidade, dar explicações causais sobre os efeitos observados (CARVALHO *et al.*, 1998) e, associada à primeira problematização, auxiliará a criança a encontrar novos elementos para analisar e interpretar a problematização inicial.

No experimento, serão utilizados quatro vasos de plantas, cultivados com uma mesma espécie, a saber: (i) o vaso 1 será colocado em local arejado e iluminado e será regado diariamente; (ii) o vaso 2, em local arejado e iluminado, mas não será regado diariamente; (iii) o vaso 3, dentro de um armário escuro e será regado diariamente; por fim, (iv) o vaso 4, dentro de um armário escuro e não será regado diariamente. Espera-se, com isso, que os estudantes vivenciem uma atividade prática que Krasilchik (2011) considera de nível 2. De acordo com a autora, nesse nível o problema é oferecido pelo professor, os alunos coletam os dados e interpretam-nos, i.e., os resultados não são conhecidos de antemão. As atividades práticas de nível 2 não se resumem a meras

atividades demonstrativas, nas quais o professor apresenta um problema junto aos resultados esperados.

As crianças observarão o experimento ao longo de uma semana, comparando os aspectos relacionados ao desenvolvimento e à sobrevivência dos organismos vegetais. Para discussão dos resultados, serão retomadas respostas dadas pelos alunos às questões durante a aula passeio ("as plantas se alimentam? Como?"), integrando nessa segunda discussão novos elementos, aportados pelo experimento.

A terceira etapa será realizada por meio de contação de história. Sugerimos a utilização do livro paradidático "Florinha e a Fotossíntese"³ (BRANCO, 2011). Florinha é uma menina esperta e curiosa, que ama e respeita a natureza. Um dia, ao regar as plantas do jardim de sua casa, percebe que uma pequena folha treme, toda vez que o jato de água a atinge. Florinha começa a conversar com a plantinha desvendando mistérios de sua existência.

É importante que o professor estabeleça relações entre o que os alunos sabem, seu cotidiano e os elementos da história de modo lúdico e delicado, explorando os elementos da narrativa, observando as reações das crianças para discutir e para promover a construção de conceitos, de procedimentos, de atitudes, o que permitirá aos alunos estabelecerem relações e ampliarem o universo de conhecimentos de modo significativo. É essencial que o professor esteja sensível ao oferecimento de subsídios para facilitar a leitura e para contornar dificuldades que porventura as crianças possam ter, como dúvidas de vocabulários e compreensão e novos conceitos que o autor apresenta ao longo da narrativa, propondo reflexões sobre os temas abordados, estimulando-os sempre a discutir e a estabelecer relação com seu dia a dia.

Essa etapa pode ser feita à sombra de uma árvore para maior ambientação dos estudantes com o assunto, e deve demorar a quantidade de aulas que o professor julgar necessário para sua turma, se preocupando em sempre auxiliar os estudantes a realizarem as sínteses através de pequenos relatos e/ou desenhos que desenvolvam uma narrativa, estimulando a leitura e a escrita.

Para Costa e colaboradores (2006) citado por Baptista (2009), o desenho é um "[...] instrumento que revela as visões do mundo dos estudantes e que é ainda pouco explorado no ensino de ciências" (BAPTISTA, 2009, n.p.). O desenho infantil revela pensamentos e traduz conceitos. Carvalho e colaboradores (1998), por sua vez, ao pesquisarem sobre construção de conhecimento físico em crianças das séries iniciais, afirmam ser "[...] importante para o ensino de Ciências que os alunos consigam se expressar não só verbalmente, mas também por meio da escrita - esse é o objetivo de

³

Disponível em <http://www.colegiodombarreto.com.br/oficina/2016/4ano/Florinha%20e%20a%20fotos%C3%AAdntese%20slide.pdf>

toda a escola fundamental" (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 24). Por esse motivo, em todas as atividades desenvolvidas na pesquisa de Carvalho e colaboradores (1998), a última etapa consistia na elaboração pela criança de um desenho e relato escrito sobre o que fizeram na aula. Os autores destacam que é muito interessante para o professor analisar esses desenhos e relatos

Por fim, a quarta etapa pretende que as crianças sistematizem as ideias trabalhadas através de um teatro de fantoches associado a uma entrevista. Propomos, assim, uma atividade lúdica, na qual as crianças entrevistam a personagem da plantinha do livro utilizado para a contação de história. Uma contação de história tem por característica principal narrar uma história com uma linguagem acessível, de modo que possa ser entendida por quem ouve. A contação "[...] se desenvolve a partir de uma relação de proximidade empática entre o ouvinte e contador" (VIANNA; MORAES, 2016, p. 4).

Essa planta será a personagem de um teatro de fantoches e os estudantes, assim como a Florinha, conversarão com ela. Para tanto, será utilizado um roteiro de perguntas elaborado pelas crianças. Desse modo, as crianças devem ser instadas, em um primeiro momento, a organizar o roteiro de entrevistas com o auxílio do professor. Novamente, a atividade requer dos estudantes o estabelecimento de relação entre a aula passeio, o experimento, a contação de histórias e seu cotidiano, organizando sínteses mais elaboradas do conteúdo, revisando e consolidando conhecimentos relacionados aos processos fisiológicos de vegetais para as crianças.

Ao professor cabe manusear o fantoche e responder as perguntas das crianças interpretando o personagem. O professor pode usar outros objetos como "modelo em EVA" para representar os elementos-chave da fotossíntese que compõem a narrativa: açúcares, água, luz solar, gás carbônico e oxigênio.

Após todas essas etapas, prevemos, ainda, uma etapa de revisão e de consolidação da aprendizagem, na qual serão utilizadas figuras para colorir. As figuras podem ser compostas por esquemas, representando, simplificada, partes das plantas e o processo de fotossíntese com setas e lacunas para identificação das estruturas e dos processos. Sugerimos que, sob a orientação do professor, as produções dos estudantes sejam socializadas e, mais uma vez, oportunize-se a (re)elaboração dos conhecimentos de botânica organizando e aplicando o conhecimento.

Ressaltamos que, nesse processo, a avaliação é contínua ao longo de toda a sequência de didática, considerando-se conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais (ZABALA, 1998), em atividades dentro e fora da sala de aula, sendo sempre estimulada a curiosidade, a participação e o espírito de trabalho coletivo, seja na elaboração dos apontamentos a partir do experimento ou nas perguntas organizadas para a entrevista com a personagem da plantinha, dentre outras possibilidades, dando

atenção especial ao desenvolvimento dos conceitos científicos e da expressão oral e escrita.

Pensar em como um conteúdo complexo como o de fotossíntese, que envolve processos físicos, químicos e biológicos, pode ser transposto para crianças pequenas em uma perspectiva problematizadora, capaz de auxiliar os estudantes no processo de aprendizagem significativa, requereu-nos tempo de estudo sobre o conteúdo biológico e sobre a literatura pertinente da área de ensino, bem como a reflexão a respeito de quais estratégias de ensino/recursos didáticos seriam os mais pertinentes, não apenas para a ampliação conceitual sobre a fotossíntese por parte dos estudantes, mas também para estimular atividades de leitura, escrita e desenvolvimento da oralidade nessa faixa etária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho relatou a experiência de um grupo de professores em formação continuada como um exercício de transposição didática do conteúdo "fotossíntese" para estudantes do segundo ano do Ensino Fundamental. Nesse processo de transformação do conteúdo, sugerimos a observação de fenômenos naturais em ambientes externos à sala de aula, por meio de práticas experimentais e de atividades lúdicas, que envolvem a participação ativa dos aprendizes na sequência didática proposta.

Sugerimos atividades de ensino acessíveis aos alunos, baseadas na colaboração entre os sujeitos, estimulando-os a desenvolver a observação de fenômenos, a leitura e a escrita, bem como a busca por soluções conjuntas, através do compartilhamento de ideias, evidenciando, assim, a carga de sentidos que esse primeiro contato com o tema fotossíntese pode trazer para a turma.

A atividade trouxe a certeza aos participantes de que o processo de transposição didática requer do professor domínio não apenas do conteúdo científico biológico, mas dos conteúdos da área de ensino.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 377-384, mar 2006.

BAPTISTA, G. C. S. Os desenhos como instrumento para investigação dos conhecimentos prévios no ensino de ciências: um estudo de caso. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, Florianópolis, 2009. In: **Anais...** V. 1, Florianópolis: UFSC, 2009. Não paginado.

BARROSO, E. G. *et al.* Transposição didática no ensino de Ciências na Escola do Campo. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v. 12, n. 2, p. 1-13, jul 2013.

BIGGS, J. **Teaching for quality learning at University: what the student does**. 2. ed. Buckingham: SRHE & OUP. 2003.

BRANCO, S. M. **Florinha e a fotossíntese**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M. **Metodologias da Investigação: guia para auto-aprendizagem**. 2. ed. Lisboa: Universidade Aberta, 2008.

CARNIATTO, I.; ARAGÃO, R. M. R. Investigação narrativa – a questão epistemológica no ensino de conteúdos conceituais, representacionais e processuais da Ciências/Biologia. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, II, Porto Alegre, 1999. In: **Anais....** V. 1. Porto Alegre: ENPEC, 1999. p. 1-14.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, G. S. A transposição didática e o Ensino da Biologia. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (org.). **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras Editora, 2009. p. 34-57.

CARVALHO, P. S. **Textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências: uma análise à luz da teoria da transposição didática**. Dissertação (Mestrado em Ensino). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Câmpus de Foz do Iguaçu, Foz do Iguaçu, 2017.

CASTRO, D. R.; BEJARANO, N. R. R. Questionamentos dos estudantes do ensino fundamental I sobre funções vitais de animais e plantas. **Revista Ibero-americana de Educacion**, Madrid, v. 59, n. 3, p. 1-15, 2012.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado**. 3. Ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1998.

CHEVALLARD, Y. Sobre a Teoria da Transposição Didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 1-14, 2013.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 305-311, 2007.

FONSECA, L. R.; RAMOS, P. O ensino de Botânica na Licenciatura em Ciências Biológicas: uma revisão da literatura. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI, FLORIANÓPOLIS, 2017. In: **Anais....** Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-11.

GLYNN, S. M.; WINTER, L. K. Contextual teaching and learning Science in elementary schools. **Journal of Elementary Science Education**, v. 16, n. 2, p. 51-63, 2004.

HIRANAKA, R. A. P. **Conectados Ciências – 2º ano**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2018.

KAWAZAKI, C. S.; BIZZO, N. M. V. Fotossíntese, um tema para o ensino de ciências? **Química nova na escola**, n. 12, p. 24-29, nov 2000. Disponível em <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc12/v12a06.pdf>. Acesso em 28 jul 2021.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da USP, 2011.

LEITE, M. S. **Recontextualização e Transposição Didática**: introdução à leitura de Basil Bernstein e Yves Chevallard. Araraquara: Junqueira & Marin, 2007.

LORDELO, F. S.; PORTO, C. M. Divulgação científica e cultura científica: conceito e aplicabilidade. **Revista Ciência em Extensão**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 18-34, 2012.

MACHADO, E. C. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 53-58, 2002.

MACHADO, E.C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.12, p.1161-1170, 2005.

MARANDINO, M. Transposição didática ou recontextualização? **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 95-183, 2004.

MAZZIONI, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo**, Pelotas, v. 2, n. 1, p. 93-109, jan/jun 2013.

MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira "valência" sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 29-34, 1999.

MEDINA, C. L; MACHADO, E. C.; PINTO, J. M. Fotossíntese de laranjeira 'valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, 1998.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

OLIVEIRA, A. L. Levantamento e análise do conhecimento prévio dos alunos do 9º ano do ensino fundamental referentes a origem do oxigênio durante o processo de fotossíntese. **Revista Científica da FHO**, Araras, v. 1, n. 2, p.1-6, 2013.

OLIVEIRA, M. A. J. *et al.* Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 59-63, 2002.

PARANÁ. Secretaria de Educação. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. V. 2. Curitiba: SE/PR, 2010.

PIERONI, L. **Goyos Scientia amabilis**: um panorama do ensino de Botânica no Brasil a partir da análise de produções acadêmicas e de livros didáticos de Ciências Naturais. Tese (Doutorado em Educação Escolar). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara, São Paulo, 2019.

PORTES, A. K. C. **Ensino de ciências nas séries iniciais - fotossíntese: dificuldades e erros.** Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2019.

RAVEN, R. F. **Biologia Vegetal.** 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

REIS, A.C.; JANNUZI, C.M.L. Ensino de Ciências para professores da educação infantil. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, X, Águas de Lindoia, 2015. In: **Anais...** Águas de Lindoia: ENPEC, 2015, p. 1-7.

ROSS, P. M.; TRONSON, D. Towards conceptual understanding: bringing research findings into the lecture theatre in tertiary science teaching. SCHOLARLY INQUIRY INTO SCIENCE TEACHING AND LEARNING SYMPOSIUM, Sydney, 2004. In: **Anais....** Sydney: UNISERVE Science, 2004. p. 52-57.

SÃO PAULO. **Currículo Paulista.** São Paulo: SEESP/UNDIME. 2019.

SILVA, F. A. R.; LANA, M. P. O lúdico no ensino de fotossíntese: jogo de baralho para a educação básica. **Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 3, n. 1, p.137-149, 2019.

SOUZA, R.; MACHADO, E. C., ALBENÍSIO, G. S.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 586-592, 2011.

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

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ULFA, K.; ANGGRAENI, S.; SUPRIATNO, B. How to Improve the Mastery of Students' Concept on Photosynthesis Topic? **Journal of Physics: Conference Series**, v. 895, p. 1-5, 2017.

VIANNA, C. C.; MORAES, M. A. A contação de histórias no ensino de ciências para o primeiro ano do ensino fundamental. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, XV, Florianópolis, 2016. In: **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016. Disponível em: https://www.15snhct.sbhct.org.br/resources/anais/12/1471697068_ARQUIVO_AContacaodeHistoriasnoEnsinodeCienciasparaoprimeiroanodoEnsinoFundamental.pdf . Acesso em 02 ago 2021.

VOLPATO, G. **Ciência:** da filosofia à publicação. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

VOLPATO, G. L. O método lógico para redação científica. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação, Inovação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 1-14, 2015.

WANDERSEE, J H, MINTZES, J. J.; NOVAK, J. D. Research on Alternative Conceptions in Science. In: GABEL, D. (ed.). **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**, New York: Macmillan Publishing Company, 1994. p. 177-210.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

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