

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ABORDAGENS FACILITADORAS NO ENSINO DE BOTÂNICA

Elaborado por:

Isabel Marcolino da Silva

Orientação:

Ivo Abraão Araújo da Silva

Seropédica

2018

ISABEL MARCOLINO DA SILVA
IVO ABRAÃO ARAÚJO DA SILVA

ABORDAGENS FACILITADORAS NO ENSINO DE BOTÂNICA

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seropédica
2018

ABORDAGENS FACILITADORAS NO ENSINO DE BOTÂNICA


ISABEL MARCOLINO DA SILVA

BANCA EXAMINADORA:


PRESIDENTE/ORIENTADOR: _____


(Prof. Dr. Ivó Abraão Araújo da Silva, ICBS/UFRRJ)

MEMBRO TITULAR: _____


(Prof. Dr. Nivea Dias dos Santos, ICBS/UFRRJ)

MEMBRO TITULAR: _____


(Prof. Dr. Lana Claudia de Souza Fonseca, IE/UFRRJ)

MEMBRO SUPLENTE: _____

(Prof. Dr. Maria Veronica Leite Pereira Moura, ICBS/UFRRJ)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pelo sustento diário e por me amparar em todos os momentos.

À minha família, meu porto seguro. Aos meus pais, Benedito e Maria Helena pelo apoio, carinho, investimento e incentivo dedicados a mim; pelo esforço e toda batalha para me oferecer o melhor. Nunca conseguirei retribuir tudo isso. Agradeço também aos meus irmãos Alex, Emanuel e Juliana pela torcida e pelo apoio. Amo vocês!

Ao Thiago, por todo carinho, amor, companheirismo, paciência e incentivo. Você é um amigo que me inspira e me ensina todos os dias.

À UFRRJ por todas as oportunidades oferecidas; aos colegas do Laboratório de Anatomia Vegetal, aos professores e aos demais funcionários do Departamento de Botânica da UFRRJ, em especial, aos professores Ivo Abraão Araújo da Silva, Joecildo Francisco Rocha, Maria Veronica Leite Pereira Moura e Rafael Ribeiro Pimentel.

Ao professor Ivo, pela orientação, disponibilidade e atenção no desenvolvimento deste trabalho; por suas contribuições; pela confiança e tranquilidade transmitidas.

Ao professor Joecildo e à professora Verônica por acreditarem em mim desde o início da graduação. Ao professor Joecildo pela oportunidade que me ofereceu para trabalhar com Anatomia Vegetal e pelas orientações na iniciação científica.

Ao professor Rafael não apenas pelas contribuições e orientações acadêmicas e nas técnicas de laboratório, mas também por estar sempre disposto a me ouvir e aconselhar.

A todos os meus amigos por compreenderem algumas ausências minhas, por me incentivarem e apoiarem, sobretudo à Beatriz Vilete e à Jocy Alves.

A todos os colegas da turma 2013-2, especialmente à Gabriella Guarnier, ao Mateus Tomás e à Rafaela Fontes: obrigada por toda ajuda e por deixarem os dias mais agradáveis e divertidos.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram e contribuem na minha trajetória acadêmica, que me inspiram, me ensinam e acreditam em mim.

RESUMO

Dentro do ensino de Biologia, a Botânica é bastante negligenciada em termos qualitativos e quantitativos de sua abordagem, que é comumente rápida e superficial, protelada para o final do ano letivo. Alguns motivos para essa realidade são a insegurança dos professores em lecionar o tema, a visão de que as plantas são organismos estáticos e a falta de uma abordagem dinâmica que propicie o reconhecimento da importância do grupo e da sua inserção no cotidiano. Ao longo do tempo, o interesse no aprendizado de Botânica foi perdendo representatividade no ensino de base por parte dos alunos e dos professores. Nesse contexto, existem diversos grupos de trabalho na literatura que propõem variados métodos com abordagens facilitadoras no ensino de Botânica. Nesse sentido o objetivo deste trabalho é discutir e sistematizar algumas orientações presentes na literatura, bem como propor novas abordagens facilitadoras no ensino de Botânica. Para isso, são desenvolvidas as seguintes linhas temáticas: os vegetais (quem são e suas particularidades); analogias com outros grupos biológicos como instrumento didático para o ensino de Botânica; integralização da ciência Botânica; história e importância evolutiva dos vegetais; Botânica na biotecnologia e no cotidiano social.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Biologia vegetal; interdisciplinaridade Botânica.

ABSTRACT

Within biology education, botany is qualitative and quantitative neglected in terms of its approach, which is usually quick and superficial, postponed by the end of the school year. Some reasons for this reality are the teachers' insecurity in teaching that theme; the perception that plants are static organisms and the nonexistence of a dynamic approach that allows the recognition of the botanical group's importance and its insertion in the daily life. Over time, the interest in learning botany has lost its representativeness in basic education by students and teachers. In this context, there are several working groups in the literature that propose different methods for facilitating approaches in the teaching of botany. In this sense, the objective of this work is to discuss and systematize some orientations present in the literature, as well as to propose new approaches that can facilitate the teaching of botany. For this, the following thematic lines were developed: the vegetables (who they are and their particularities); analogies with other biological groups as a didactic instrument for the teaching of botany; holistic botany; history and evolutionary importance of plants; Botany in biotechnology and social everyday life.

Keywords: Botany teaching; plant biology; botanical interdisciplinarity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. METODOLOGIA	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Conhecer os vegetais: quem são e suas particularidades	12
3.1.1 Concepções alternativas sobre fotossíntese	14
3.1.2 Os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard	18
3.2 Analogias com outros grupos	20
3.2.1 Fundamentação teórica	20
3.2.2 Classificação das analogias	22
3.2.3 Propostas de abordagens facilitadoras	28
3.3 Integralização do ensino	29
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Dentro do ensino de Biologia, a Botânica é, sem dúvida, bastante negligenciada em termos qualitativos e quantitativos de sua abordagem. É comum o tratamento rápido e superficial dessa ciência, protelada para o final do ano letivo, quando o tempo hábil para o desenvolvimento do tema é reduzido (ARRAIS *et al.*, 2014; SANTOS E CECCANTINI, 2004; MATOS *et al.*, 2015). Os motivos para essa realidade são diversos, relacionados a falhas na formação acadêmica dos professores e suas visões e abordagens equivocadas e/ou incompletas sobre os vegetais. O fato é que, ao longo do tempo, o interesse no aprendizado de Botânica foi perdendo representatividade no ensino de base, tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores. Segundo Arrais *et al.* (2014), apesar do Brasil ser detentor de uma exuberante natureza, falta motivação para estudá-la no local onde o interesse deveria estar:

São poucos os estudiosos e defensores desta ciência, devido principalmente não à falta de interesse dos brasileiros pela natureza, mas ao processo de ensinar que é merecedor de muitas transformações e ajustes. Esta constatação nos mostra que a falta de interesse não está ligada à escassez de recursos e sim, no local onde este interesse deveria estar, ou seja, na sala de aula. (*ibidem*)

O ensino de Botânica no Brasil ainda hoje se caracteriza como muito teórico e desestimulante para os alunos (KINOSHITA *et al.*, 2006). Diversas pesquisas revelam que o estudo dos vegetais é considerado complexo pelos alunos e que os professores apresentam insegurança na abordagem dos assuntos, gerando dificuldade de assimilação dos conteúdos para os estudantes (SILVA, 2013; SILVA, 2014; SILVA, 2015; MATOS *et al.*, 2015).

Tradicionalmente, a Biologia é apresentada nas escolas enfatizando definições retiradas de livros didáticos, com emprego de termos que só são úteis para especialistas e classificações fundadas nas nomenclaturas, sem atentar ao fato de que a grande maioria desses termos não é necessária para se entenderem as características, funcionalidade, ecologia e ciclo biológico das plantas (PAIVA, 2010). Sobre esse aspecto, Paiva (2010) afirma que “é fundamental ensinar racionalmente a Botânica para que as pessoas não só as percebam bem, como também não a odeiem por decorarem conceitos e termos sem os entenderem”. Salatino e Buckeridge (2016) e Silva (2013) apontam que essas dificuldades encontradas pelos professores podem, muitas vezes, serem resultantes de uma formação acadêmica deficiente em Botânica, refletindo na inabilidade em motivar os alunos no aprendizado da matéria.

Outro aspecto importante na discussão sobre as abordagens no ensino de Botânica é a forma como os vegetais são percebidos por professores e alunos, o que está diretamente relacionado à importância que darão ao tema e o interesse em seu estudo. Desde os seus primórdios, a humanidade tem relações diretas ou indiretas com a Botânica; seja na alimentação, na confecção de utensílios, de fármacos e de vestuário. Apesar de haver esse reconhecimento da importância das plantas para o homem, conforme apontam os resultados da pesquisa realizada com alunos dos ensinos fundamental e médio em escolas públicas estaduais do nordeste do Brasil por Silva (2015), é comum a visão de que as plantas são organismos estáticos. Nota-se que o interesse pela Botânica é tão pequeno que os vegetais raramente são percebidos em sua individualidade, ou são reconhecidos apenas como componentes da paisagem, um plano de fundo; um cenário diante do qual se movem os animais (ARRAIS *et al.*, 2014).

Salatino e Buckeridge (2016) ressaltam que “é muito comum observarmos pessoas referindo-se às plantas como ‘mato’, apenas pelo fato das mesmas surgirem natural e espontaneamente, dando uma conotação reprovativa e pejorativa como se elas não se tratassem de seres vivos importantes naquele habitat”. A esta falta de habilidade das pessoas em perceber as plantas no cotidiano; enxergá-las apenas como cenário para a vida dos animais; não compreender suas necessidades vitais, nem explicar aspectos básicos do grupo e tratá-las como seres inferiores aos demais seres vivos, dá-se o nome de “cegueira Botânica” (WANDERSEE E SCHUSSLER, 1999). Nesse contexto, cabe ressaltar a existência de uma preferência pela Zoologia por parte dos professores, o que se expressa na predileção em utilizar animais para exemplificar conceitos e princípios básicos da Biologia – o zoocentrismo, ou zoolochauvismo - o que exacerba a cegueira Botânica (KATON *et al.*, 2013; ARRAIS *et al.*, 2014).

Ainda, a própria cegueira Botânica contribui para uma abordagem desarticulada do tema, sem uma dinâmica que propicie o reconhecimento da importância dos grupos vegetais e suas inserções no cotidiano. Barratt (2004) afirma que uma das razões pelas quais os alunos apresentam resistência em aprender Botânica é a dificuldade de perceber onde poderão aplicar seus conhecimentos sobre a área.

Nesse sentido, Dias *et al.* (2008) afirmam que os conhecimentos de qualquer área passam a ser significativos quando se relacionam a diferentes setores da sociedade, isto é, o aluno fica motivado quando o aprendizado não é um assunto isolado, mas relaciona-se com o mundo que o cerca. Os mesmos autores destacam ainda que atualmente “não há uma preocupação em se conhecer a Botânica de forma significativa,

como exemplo, o reconhecimento das plantas do entorno da escola, do bairro ou do município; ou ainda relacionar as plantas do ambiente sob uma visão holística, a sua importância econômica e talvez ecológica”. É necessário, portanto, que as abordagens reducionistas sejam, pouco a pouco, substituídas por uma visão da ciência menos estanque, com abordagens interdisciplinares da Botânica com as diferentes áreas do conhecimento (AZEVEDO, 1999).

Diante do exposto, o desafio tem sido vencer o estigma estabelecido no ensino dessa ciência, pois, embora existam variadas propostas metodológicas para o ensino de Botânica (aulas de campo, jogos didáticos, aulas teórico-práticas em sala de aula, entre outras), conforme apresentam Dutra e Güllich (2014), há carência de métodos e técnicas de abordagem que facilitem o seu ensino-aprendizagem (SILVA, 2015). Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é discutir e sistematizar algumas orientações presentes na literatura, bem como propor novas abordagens facilitadoras no ensino de Botânica e como objetivos específicos tratar sobre as concepções alternativas e uso de analogias.

2 METODOLOGIA

A Análise Textual Discursiva (ATD) é um procedimento qualitativo de análise de textos que, segundo Hoffmann (2012), tem sido muito utilizado nas pesquisas da área de Ensino de Ciências, que resulta um texto composto de descrição, interpretação e argumentação integradora (figura 1). Os dados que compõem o *corpus* de análise podem ser aqueles produzidos especialmente para a pesquisa (entrevistas, questionários, entre outros) ou podem ser textos previamente existentes.

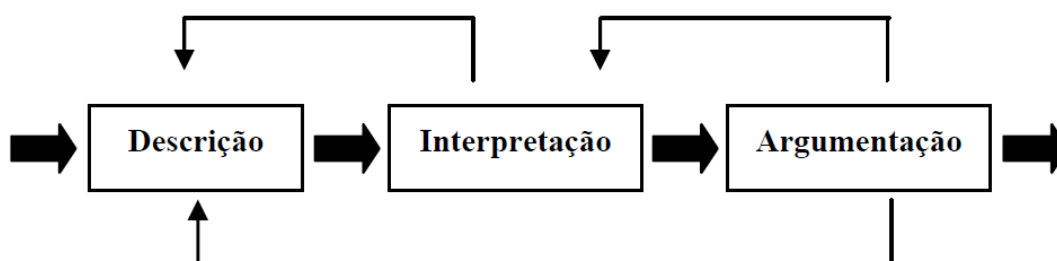


Figura 1: Componentes de uma produção escrita resultante da Análise Textual Discursiva (retirado de Hoffman, 2012).

De acordo com Romanowski e Ens (2006), as pesquisas de estado da arte não se restringem a identificar a produção de determinados conhecimentos, mas analisá-la, categorizá-la e revelar os múltiplos enfoques e perspectivas.

Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada. (*ibidem*)

O presente trabalho foi conduzido baseado na metodologia de ATD descrita e adotada por Bandeira e Jordão (2011) e Hoffman (2012). Em consonância com essa metodologia, foi realizado um levantamento de literatura com o objetivo de reunir informações preliminares sobre o ensino de Botânica; baseado, principalmente, na busca por livros, artigos, teses, dissertações e anais de eventos científicos. Foram utilizadas combinações de palavras-chave como *ensino de Botânica*, *Botânica na sala de aula* e *ensino de Biologia*. Os veículos de buscas mais utilizados foram a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), as atas e os anais das cinco edições do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO, 2006-2014) e das cinco últimas edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC, 2007 - 2015), e também o Google Acadêmico.

A partir dessa análise preliminar, foi possível estabelecer um diagnóstico do estado da arte e, assim, identificar e propor abordagens facilitadoras para o ensino de Botânica baseado no desenvolvimento das seguintes linhas temáticas: os vegetais (quem são e suas particularidades); analogias com outros grupos biológicos como instrumento didático para o ensino de Botânica; integralização da ciência Botânica; história e importância evolutiva dos vegetais; Botânica na biotecnologia e no cotidiano social.

Adicionalmente, a mesma metodologia (ATD) foi utilizada com o objetivo de reunir as concepções alternativas sobre o ensino de fotossíntese. O levantamento literário também seguiu a busca na base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no Banco de Teses da Capes as atas e os anais das cinco edições do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO, 2006-2014) e das cinco últimas edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC, 2007-2015), e também o Google Acadêmico. Foram utilizadas as seguintes combinações de palavras-chave: *ensino de fotossíntese*, *aprendizagem de fotossíntese*, *fotossíntese na sala de aula*, *estudo da fotossíntese*, *concepções alternativas sobre*

fotossíntese e concepções prévias sobre fotossíntese. De forma semelhante, para a seleção das pesquisas que abordam as analogias no ensino de Biologia foram realizadas buscas utilizando as seguintes palavras-chave: *analogias, analogias no ensino de Botânica e analogia e ciência*.

A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e o Banco de Teses e Dissertações da Capes reconhecem as palavras de entrada no título, no resumo e nas palavras-chave. Após cada busca por palavras de entrada, os trabalhos foram selecionados considerando primeiramente o título. Em casos de dúvida, foi realizada também a leitura das palavras-chave e do resumo. A busca nos trabalhos apresentados em eventos se deu por palavras de entrada nas atas e anais em formato digital, tendo sido consideradas as apresentações na forma de comunicação oral, pôster e relato de experiência. Em todas as pesquisas foram excluídos trabalhos que não eram dos idiomas português, inglês e espanhol.

Após consulta à literatura, foi realizada compilação, discussão e sistematização de propostas metodológicas facilitadoras na abordagem no ensino de Botânica. Além disso, com base na análise das propostas levantadas, foram elaboradas novas propostas de abordagens dos conteúdos de Botânica que facilitem o processo de ensino-aprendizagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Conhecer os vegetais: quem são e suas particularidades

Um dos primeiros passos para superar as dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Botânica é a reafirmação da relação homem-natureza como ferramenta de ensino. Nesse sentido, conhecer quem são os vegetais e suas particularidades é fundamental.

O mundo vegetal é constituído por cinco grandes grupos artificiais¹ que compartilham como principal característica a capacidade de produzir seu próprio alimento, isto é, realizar fotossíntese: algas (alguns grupos do reino Protista e cianobactérias); briófitas (musgos, hepáticas e antóceros); pteridófitas (samambaias e licófitas); gimnospermas e angiospermas. Os representantes atuais do Reino Plantae (embriófitas) evoluíram a partir de organismos eucariontes clorofilados, provavelmente derivados a partir de um ancestral comum com as carófitas (algas verdes

¹ São trabalhados desta maneira na Educação Básica, contudo, sabe-se que não se tratam de grupos monofiléticos.

multicelulares). Esse Reino tem em sua história evolutiva a origem de vegetais pertencentes a diferentes linhagens: as plantas não traqueófitas, ou seja, que não possuem xilema e floema (briófitas); e as plantas traqueófitas, com xilema e floema (pteridófitas, gimnospermas e angiospermas). O ciclo biológico das plantas caracteriza-se pela alternância de gerações, com a presença de gametófito (n) e esporófito ($2n$). A tendência evolutiva no grupo é a redução da fase gametofítica e o desenvolvimento da fase esporofítica, que se torna dominante (figura 2).

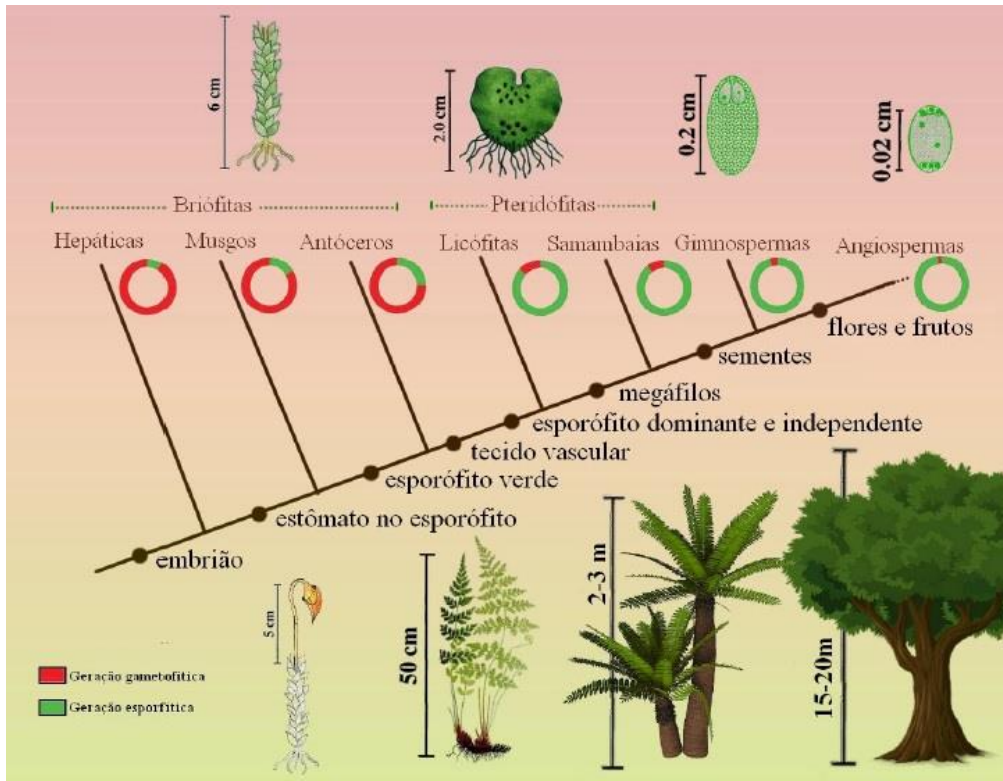


Figura 2: Tendência evolutiva na representatividade estrutural das gerações esporofíticas e gametofíticas do Reino Plantae (retirado de Nogueira e Santos, 2017).

O ensino dessa diversidade taxonômica, assim como as particularidades dos seus ciclos biológicos, precisa e pode ir além da utilização de informações presentes nos livros didáticos. O trabalho de Arrais *et al.* (2014), que investigou as dificuldades na prática docente no ensino de Botânica, apontou a existência de uma não adequação dos materiais didáticos utilizados pelos professores em aula às condições geográficas e culturais em que a escola está inserida. Isto é, ocorre um distanciamento do que se ensina e se aprende em sala de aula, pois o material exposto para aprendizagem não é aquele observado no cotidiano, na flora local.

As aulas práticas, portanto, podem ser utilizadas como uma ferramenta para o ensino-aprendizagem da diversidade vegetal e suas particularidades, visto que não

demandam condições em laboratório ou alta tecnologia para sua realização e o material botânico pode estar acessível para estudo seja no jardim didático do colégio, na horta, ou na própria comunidade em que se a escola se localiza (DORVILLÉ E SANTOS, 2012; PEREIRA *et al.*, 2007).

3.1.1 Concepções alternativas sobre fotossíntese

As particularidades metabólicas das plantas são um ponto que demandam atenção, visto os equívocos que corriqueiramente ocorrem. Uma das características dos vegetais mais amplamente conhecidas pelos alunos é sua capacidade de realizar fotossíntese. Entretanto, trabalhos como o de Souza e Almeida (2002) apontam a existência de uma dificuldade no ensino desse tema, devido à quantidade de concepções alternativas trazidas pelos estudantes. De acordo com Macedo (2008) as concepções alternativas são aquelas que apresentam aspectos em desacordo com a concepção cientificamente aceita. São, portanto “concepções prévias, espontâneas ou intuitivas, isto é, construídas pelas crianças antes do ensino formal sobre o assunto, como também as concepções que as crianças apresentam durante ou após o ensino formal sobre o assunto” (Macedo, 2008).

É importante destacar que os alunos não chegam à sala de aula neutros. Eles trazem consigo toda a sua vivência cotidiana. Portanto, possuem um conhecimento prévio sobre assuntos que serão tratados de forma mais sistematizada pelo professor. Assim,

nas diferentes áreas do conhecimento, as crianças e os jovens já trazem conceitos elaborados a partir das relações que estabelecem em seu meio extraescolar, que não podem ser ignoradas pela escola. Trata-se de lidar com esses saberes como ponto de partida e provocar o diálogo constante deles com o conhecimento das ciências e das artes, garantindo a apropriação desse conhecimento e da maneira científica de pensar (HENTZ, 1998).

Em síntese, o aluno é parte essencial no processo de construção do conhecimento. Por essa razão, deve-se considerar sua visão acerca do mundo, visto que somente com sua participação efetiva, ocorre aprendizagem. Sem ela, tem-se apenas transmissão de conhecimentos que se apresentam sem vínculos com a realidade (OLIVEIRA, 2005).

As ferramentas disponíveis para o professor detectar as concepções alternativas dos seus alunos são variadas. Dentre elas, podem ser citados os questionários, respostas escritas e, até mesmo, desenhos. O trabalho de Torres *et al.* (2015) buscou conhecer as

concepções dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública do Estado do Rio Grande do Norte sobre fotossíntese. Baseados na ideia de que “os desenhos funcionam como uma janela dentro dos pensamentos e sentimentos dos alunos e refletem uma imagem de suas mentes” (*ibidem*), as autoras solicitaram que cada aluno realizasse um desenho representando o processo fotossintético. A análise dessas produções revelou que 63% das representações feitas pelos estudantes continham concepções alternativas (figura 3), todas elas contempladas no quadro 1.

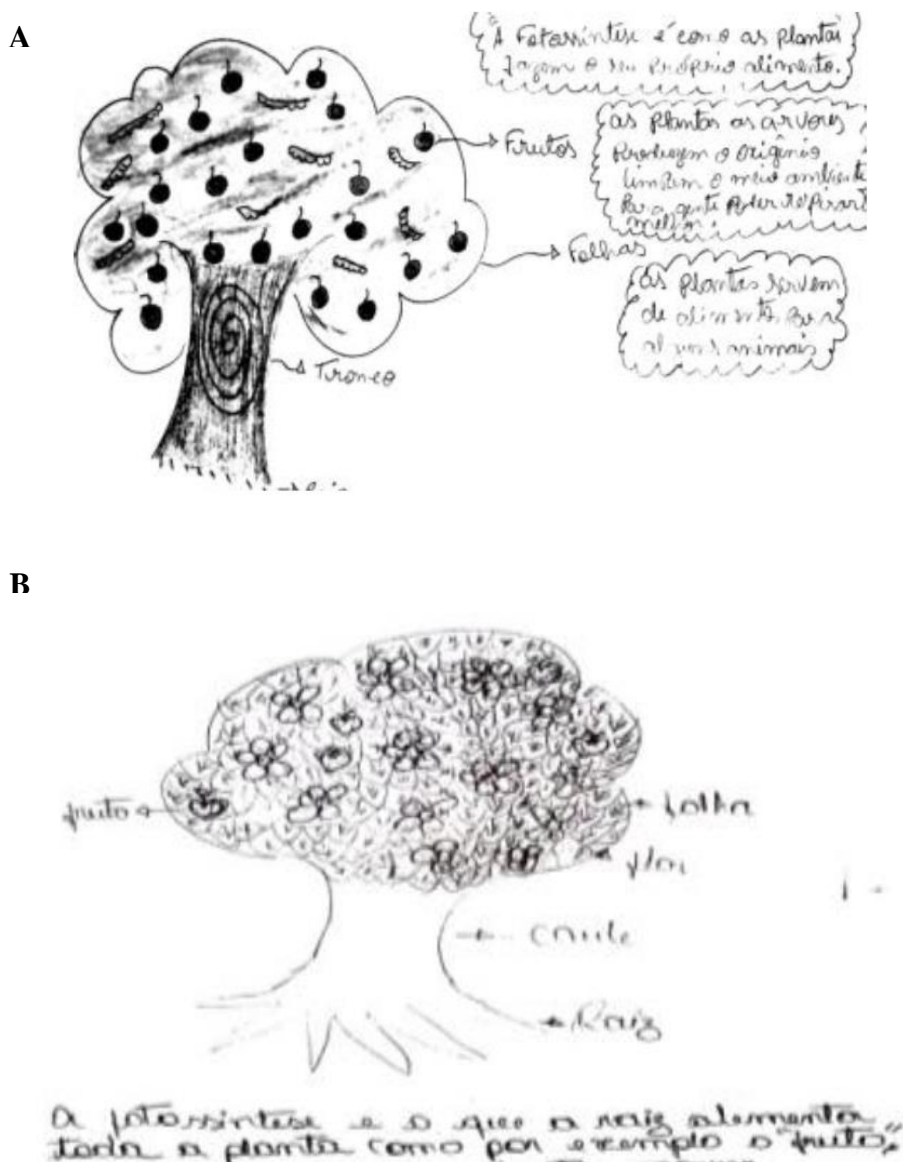


Figura 3: Exemplos de representações de fotossíntese contendo concepções alternativas (retirado de Torres *et al.*, 2015). Em A: concepção alternativa: purificação do ar. Transcrição – “A fotossíntese é como as plantas fazem seu próprio alimento. As plantas, as árvores, produzem o oxigênio, limpam o ambiente para gente respirar melhor. As plantas servem de alimento para alguns animais.”. B: concepção alternativa: alimento obtido pelas raízes. Transcrição – “A fotossíntese é o que a raiz alimenta toda a planta como, por exemplo, o fruto.”.

Com relação à classificação dos conhecimentos prévios, Moço e Serrano (2003) ao analisar concepções alternativas de estudantes universitários, identificaram quatro tipos de conteúdos nas respostas dos alunos: concepção científica (quando abordaram todos os pontos cientificamente válidos – produção de alimento, liberação de O₂, absorção de CO₂, base da cadeia alimentar); fragmentos científicos (quando a resposta aponta pelo menos um aspecto da concepção científica); concepção alternativa (quando todos os critérios são de caráter alternativo); e ainda a combinação de fragmentos científicos com concepções alternativas.

Quadro 1: Concepções alternativas de estudantes sobre fotossíntese (atualizado de Souza e Almeida (2002); as contribuições deste trabalho estão indicadas com *).

Concepções alternativas	Faixas etárias dos indivíduos pesquisados	Nível de escolaridade	Autores
Tendem a pensar que os “alimentos” das plantas são o solo, a água, os fertilizantes que entram pelas raízes.	Crianças e Adolescentes Jovens Adultos	Ensino Fundamental Ensino Médio Ensino Superior	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991); Amorim & Braúna (1995); Zago <i>et al.</i> (2007)*; Bandeira e Jordão (2011)*; Torres <i>et al.</i> (2015)*; Nigri <i>et al.</i> (2007)*
Tendem a ignorar o papel dos gases, da luz e das folhas, enfatizando somente a água.	Crianças e Adolescentes Adultos	Ensino Fundamental Ensino Superior	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos 1991)*; Amorim & Brauna (1995); Bandeira e Jordão (2011)
Tendem a pensar que um gás (CO ₂) e um líquido (H ₂ O) combinando-se não podem originar um sólido (C ₆ H ₁₂ O ₆).	Crianças e Adolescentes	Ensino Fundamental	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991)*; Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a associar energia a movimento. Dessa forma, são pouco sensíveis ao papel da energia na fotossíntese.	Crianças e Adolescentes	Ensino Fundamental	Santos (1991); Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a não discriminar fotossíntese de respiração considerando que a primeira ocorre nos vegetais (como um tipo de respiração) e a outra ocorre nos animais.	Crianças e Adolescentes Jovens Adultos	Ensino Fundamental Ensino Médio Supletivo/EJA	CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991); Souza (1995); Zago <i>et al.</i> (2007)*; Cordeiro <i>et al.</i> (2010)*; Medeiros <i>et al.</i> (2007)*; Torres <i>et al.</i> (2015)*
Tendem a pensar que existe uma alternância entre a respiração e	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995); Bandeira e Jordão

Concepções alternativas	Faixas etárias dos indivíduos pesquisados	Nível de escolaridade	Autores
fotossíntese, ou seja, que a fotossíntese ocorre durante o dia e a respiração no vegetal ocorre somente à noite.			(2011)*
Tendem a considerar a fotossíntese como uma função de purificar o ar para o homem ou que a clorofila purifica o ar aspirando suas impurezas.	Crianças e Adolescentes Jovens Adultos	Ensino Fundamental Ensino Médio Ensino Supletivo	Santos (1991); Souza (1995); Zago <i>et al.</i> (2007)*; Bandeira e Jordão (2011)*; Silva (2015)*; Giordan (1978) <i>apud</i> Santos (1991); Santos e Paula (2014)*
Tendem a considerar que a clorofila é uma espécie de “fortificante” ou que as folhas “transformam luz solar em vitaminas úteis”.	Crianças e adolescentes	Ensino Fundamental	Giordan (1978) <i>apud</i> Santos; CLIS (1987) <i>apud</i> Santos (1991); Zago <i>et al.</i> (2007)*; Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a atribuir uma atitude voluntária à clorofila, considerando que ela “atrai a luz solar”.	Crianças e adolescentes	Ensino Fundamental	Giordan (1978) <i>apud</i> Santos (1991); Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a considerar que a função da clorofila é dar cor verde às plantas.	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995); Bandeira e Jordão (2011)*; Torres <i>et al.</i> (2015)*
Tendem a considerar que a clorofila é o sangue das plantas.	Crianças e adolescentes	Ensino Fundamental	Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a pensar que as plantas num vidro transparente completamente fechado ficarão “sufocadas”, não conseguindo relacionar os ciclos envolvidos.	Adultos e adolescentes	Ensino Supletivo	Souza (1995);
Tendem a considerar que a função do sol é exclusivamente calórica (manter as plantas aquecidas).	Adultos	Ensino Superior	Amorim & Brauna (1995); Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a pensar que o papel das folhas é similar à digestão dos animais.	Adultos	Ensino Superior	Amorim & Brauna (1995); Bandeira e Jordão (2011)*
Tendem a pensar que vegetais verdes utilizam a onda eletromagnética verde na fotossíntese.	Adolescentes	Ensino Fundamental	Souza (2000)
Tendem a pensar que apenas as árvores verdes produzem seus alimentos.	Crianças e adolescentes Jovens	Ensino Fundamental Ensino Médio	Bandeira e Jordão (2011)*

Concepções alternativas	Faixas etárias dos indivíduos pesquisados	Nível de escolaridade	Autores
Tendem a pensar que o oxigênio produzido no processo da fotossíntese vem do gás carbônico e não da água.	Adolescentes	Ensino Fundamental	Souza (2000)

É frequente o pensamento por parte dos alunos de que fotossíntese e respiração vegetal são mutuamente excludentes, ou seja, muitos acreditam que os vegetais não respiram. Além disso, é normal a concepção de sinonímia entre esses dois processos, o que revela um tratamento distante, descontextualizado e fragmentado de dois conteúdos de centrais na Biologia e que têm relação com diversas outras áreas de conhecimento como a Física e a Química. Destaca-se também a dificuldade de compreensão de gases como matéria, podendo ser convertido em biomassa no corpo da planta.

Ainda, a própria ideia de conversão de um tipo de energia em outro (luminosa em química) apresenta-se como um entrave à compreensão do processo de fotossíntese. Existem ainda concepções alternativas que consideram que as plantas retiram do solo o seu alimento, em uma clara associação à forma heterotrófica de obtenção de alimento pelos animais - conhecido e mais próximo da experiência do aluno, conforme destaca Macedo (2008) - em detrimento da estratégia autotrófica característica dos vegetais.

3.1.2 Os obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard

Gaston Bachelard (1884-1962) foi um importante filósofo da ciência e, apesar de não ter escrito textos exclusivamente voltados para a questão educacional, ele frequentemente trata a respeito do conhecimento científico na escola. Em seu livro “A formação do espírito científico”, Bachelard (1996) define a problemática dos obstáculos epistemológicos, isto é, obstáculos que constituem entraves à aprendizagem de conceitos científicos, dos quais pelo menos quatro deles encontram-se refletidos no quadro 1, como concepções dos alunos sobre fotossíntese.

A experiência primeira é “a experiência situada antes e acima da crítica” (BACHELARD, 1996), como, por exemplo, a ideia de que oxigênio produzido no processo da fotossíntese vem do gás carbônico e não da água. Sobre isso, Almeida (2005) comenta que:

por mais de 100 anos houve aceitação tácita de que o oxigênio produzido na fotossíntese era proveniente da molécula de dióxido de carbono, devido à plausibilidade dessa concepção. Esse fato é um bom exemplo do que Bachelard (1996, p. 52) chama de “racionalizações

prematuras” que, aparentemente, “nenhuma experiência nova, nenhuma crítica pode dissolver”. Com a adesão a esse “fato”, cheio de autoridade e poder, constrange-se e imobiliza-se a razão.

Um segundo obstáculo epistemológico é o conhecimento geral, que se caracteriza como um conhecimento vago e descontínuo à condição real do fenômeno como a ideia de que as plantas recebem os alimentos prontos pelas raízes ou como um processo de transformação de gás carbônico em oxigênio.

Há, ainda, o obstáculo verbal, definido por Andrade *et al.* (2002) como “uma falsa explicação obtida à custo de uma palavra explicativa. Uma só palavra, funcionando como uma imagem, pode ocupar o lugar de uma explicação”, ou seja, sinônimos errôneos, por exemplo ao considerar que a clorofila é o sangue das plantas ou ter a ideia de que a fotossíntese é a respiração das plantas. O próprio termo fotossíntese (do latim, síntese da luz) é um obstáculo, pois traz uma carga de sentidos para cada indivíduo (SOUZA, 2000). Por fim, há o obstáculo do conhecimento pragmático, aquele que assume funções causais, que procura o caráter utilitário de um fenômeno como princípio de explicação, como considerar a fotossíntese uma função de purificar o ar para o homem.

Em uma abordagem esclarecedora, é interessante que o professor destaque que a fotossíntese é o processo pelo qual a planta produz seu alimento. A água obtida do solo pelas raízes, juntamente com moléculas de CO₂ (retirado do ar atmosférico, ou dissolvido na água no caso de organismos aquáticos) passam por uma série de reações químicas no cloroplasto, que resultam na produção de moléculas de O₂ (liberadas para o ambiente) e de glicose (na forma de amido) que permanece no corpo da planta (MACEDO, 2008).

Para que todo esse processo seja realizado é necessária a presença de energia luminosa do sol, que é captada e convertida à forma de energia química (amido), podendo ter diferentes destinos: passar por transformações bioquímicas formando moléculas orgânicas mais complexas (outros açúcares, lipídeos ou proteínas) que farão parte do corpo da planta ou ainda fornecer energia, sendo utilizada como combustível pela respiração celular. Nesse processo, a glicose é “quebrada” (processo que ocorre nas mitocôndrias em presença de oxigênio), liberando a energia nela armazenada e produzindo gás carbônico como resíduo (*ibidem*). Logo, a fotossíntese e a respiração celular, embora envolvam O₂, CO₂ e açúcar, são, portanto, processos distintos e ocorrem em organelas diferentes na planta.

3.2 Analogias com outros grupos

3.2.1 Fundamentação teórica

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel em 1968, é uma teoria que focaliza a aprendizagem, especificamente a cognitiva. Nesse sentido, a aprendizagem é um processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação na cognição (MEDEIROS *et al.*, 2007), podendo ser classificada, segundo a teoria, em aprendizagem mecânica e significativa. A aprendizagem mecânica é aquela em que os novos conceitos estudados estão soltos, fracamente associados a um conceito prévio na estrutura cognitiva do aluno ou, ainda, praticamente sem interação alguma com conceitos relevantes anteriores, tendendo a desaparecer, em todos os casos, se não forem utilizados com frequência. Por sua vez, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com a estrutura cognitiva do sujeito de forma substantiva e não arbitrária (*ibidem*).

Dentre as vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica estão: permitir maior diferenciação e enriquecimento dos conceitos integradores, favorecendo assimilações subsequentes; retenção do conhecimento por mais tempo; facilitação de novas aprendizagens e favorecimento do pensamento criativo e do pensamento crítico (ALEGRO, 2008).

De acordo com Medeiros *et al.* (2007), a aprendizagem mecânica é importante em um primeiro momento de aprendizagens iniciais, quando se há o contato com uma nova área de conhecimento, pois, a partir da aquisição desses primeiros conceitos (subsunoeres), outros conceitos relacionados poderão ser ancorados em um contato continuado com o tema. Por sua vez, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação (conceito, ideia ou proposição) se relaciona com os conhecimentos anteriores do aluno de forma substantiva e não arbitrária, ou seja, a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito. Assim, a aprendizagem significativa e a mecânica não são dicotômicas ou antagônicas, mas estão em extremos opostos de um *continuum* (figura 4).

Nesse contexto, o uso de analogias é defendido por diferentes autores como estratégia para o ensino de ciências visto que fazem parte do processo cognitivo humano e auxiliam na compreensão dos conceitos científicos por aproximarem dois domínios heterogêneos (FERRAZ E TERRAZZAN, 2002). Em seu trabalho sobre analogias e

metáforas no ensino de ciências, Duit (1991) apresenta algumas possibilidades e vantagens do uso de analogias no ensino de temas de ciências:

1. Elas são ferramentas valiosas na aprendizagem por mudança conceitual, por apontar novas perspectivas;
2. Elas podem facilitar o entendimento do abstrato por apontar similaridades no mundo real;
3. elas podem fornecer uma visualização do abstrato;
4. Elas podem provocar interesse e motivar os estudantes (...);
5. Elas forçam os professores a considerar os conhecimentos prévios dos estudantes e podem revelar concepções alternativas em áreas já ensinadas.

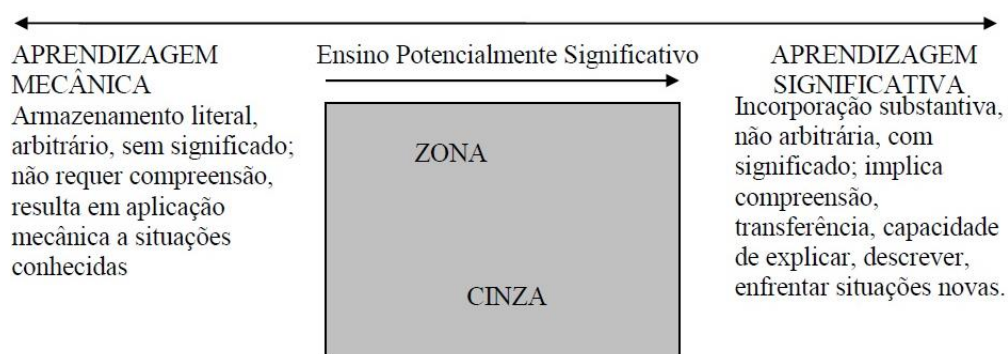


Figura 4: O *continuum* das aprendizagens mecânica e significativa (MOREIRA, 2012).

As analogias são, ainda, um conceito fundamental no estudo de Biologia Evolutiva, sendo caracterizada por relacionar estruturas semelhantes em função, mas com origem evolutiva diferente. Duit (1991) define analogia como uma comparação baseada em similaridades entre dois domínios. Em complemento, Macedo (2008) aponta que essa comparação se dá entre o “domínio de conhecimento novo que se deseja demonstrar (o alvo) com um objeto já conhecido do aluno (o análogo). A característica que está sendo comparada em uma analogia é explícita (por exemplo: tamanho, função, cor, forma, etc.)”.

Este trabalho assume os termos *alvo* e *análogo* (bastante utilizado em publicações científicas atualmente), entretanto, é possível encontrar outros termos sinônimos na literatura, conforme sintetizado no quadro 2. De forma resumida, as analogias são definidas por Pedroso *et al.* (2007) como “comparações/semelhanças existentes entre análogo e alvo, que possibilitam conhecer e compreender o alvo”, sendo o análogo, o domínio familiar ao estudante e o alvo, o domínio pouco familiar.

Quadro 2: Diferentes denominações para os objetos comparados em uma analogia.

Autor	Conceito conhecido	Conceito desconhecido
Ortony (1979);	Tópico	Veículo

Autor	Conceito conhecido	Conceito desconhecido
Curtis e Reigeluth (1984)		
Gentner (1988)	Domínio base	Domínio alvo
Duit (1991)	Análogo	Alvo
Harrison e Treagust (1993)	Domínio familiar	Domínio não familiar
Dagher (1995)	Domínio mais familiar	Domínio menos familiar
Borges (1997)	Fonte	Alvo
Otero (1997)	Análogo	Branco

Assim, uma das primeiras propostas de ensino por meio de analogia (chamada de TWA – *Teaching With Analogies*) foi desenvolvida por Glynn (1991). Alguns anos mais tarde, Harrison & Treagust (1993) concluíram, ao realizar um estudo de caso com professores de Ciências, que a compreensão por parte dos estudantes melhora quando as analogias são utilizadas de forma sistematizada. Então, os autores propuseram uma versão do modelo de TWA por meio de seis passos, de modo a aumentar sua efetividade no ensino de ciências e, ao mesmo tempo, minimizar as possibilidades de estruturação, ou de reforço, de concepções alternativas dos alunos em relação aos conceitos científicos estabelecidos:

1. Introdução da situação alvo a ser ensinada;
2. Introdução da situação análoga a ser utilizada;
3. Identificação das características relevantes do análogo;
4. Estabelecimento das similaridades entre o análogo e o alvo;
5. Identificação dos limites de validade da analogia;
6. Esboço de uma síntese conclusiva sobre a situação alvo.

3.2.2 Classificação das analogias

No ensino de ciências, é possível encontrar diversas classificações de analogias. As analogias históricas são aquelas que foram utilizadas por pesquisadores para auxiliar a formulação de uma ideia, um conceito ou um modelo científico (TERRAZZAN *et al.*, 2003). Hoffmann (2013) afirma que esse tipo de analogia pode ser detectado pelo uso palavras que são consideradas como oriundas de outros domínios do conhecimento e, por isso, supõe-se dizer que foram utilizadas com sentido metafórico/analógico. Um

exemplo disso são os artigos publicados por Watson, Crick e outros pesquisadores da área de genética em que se observa o uso de expressões analógicas repetidamente, como as palavras como “código”, “mensageiro”, “maquinaria” e “dicionário” (todas essas palavras que não são próprias da Biologia). Delizoicov *et al.* (2004) apontam que muitas dessas analogias históricas tiveram sua origem influenciada pela visão de mundo da época em que foram elaboradas.

A analogia histórica “coração-bomba” é veiculada por diversos livros amplamente utilizados nos ensinos superior, médio e fundamental e empregada para explicar o funcionamento do coração, relacionando um análogo da área da física (bomba hidráulica/mecânica dos fluidos) a um alvo biológico (coração/movimentação sanguínea). Essa analogia emergiu no início da Idade Moderna sob uma visão mecânica do mundo, atravessou épocas e é amplamente utilizada em textos destinados aos vários níveis de ensino da Biologia. No entanto, Delizoicov e Ern (2003), apontam que alguns livros falham ao omitir informações de que não é qualquer outro tipo de bomba que se possa imaginar, senão a hidráulica, podendo levar o aluno a interpretações inadequadas.

Terrazzan *et al.* (2003) consideram que, nos casos em que o análogo utilizado para compreender um determinado assunto (conceito, lei, fenômeno ou modelo) tem origem no próprio domínio científico específico, porém proveniente de outro tópico conceitual, trata-se de analogia interna, por exemplo: a clorofila A é formada por um anel e uma cadeia, assim como um animal formado por cabeça e cauda (*ibidem*). Geralmente, a metodologia de ensino dos conteúdos de Zoologia e Botânica é executada de forma segregada, o que resulta na construção de conhecimento fragmentado, reforçando uma visão de ausência de articulação entre essas subáreas científicas (RIOS *et al.*, 2016). Essa forma de abordagem constrói, por exemplo, a ideia da falta de relações ecológicas e evolutiva entre os grupos. Uma forma de abordar esses conhecimentos de maneira contextualizada e que desperte o interesse dos alunos seria utilizar a Evolução Biológica como eixo integrador do ensino.

Uma abordagem interessante, que pode ser utilizada dentro do ensino de Botânica é relacionar as histórias evolutivas dos grupos zoológicos e botânicos. Essas comparações, de certo modo, ajudam a diminuir a ideia de inferioridade que se tem sobre as plantas, além de desconstruir a impressão de que os vegetais são organismos estáticos.

Cabe destacar que, no levantamento de teses e dissertações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), de cinco teses encontradas sobre analogias

e metáforas no ensino de Ciências e Biologia (DOTTI, 2007; HOFFMANN, 2012; OLIVEIRA, 2012; SANTANA, 2014; TREVISAN, 2008), duas delas não apresentam nenhuma referência a termos como “planta”, “vegetal” ou “Botânica” e em nenhuma delas há exemplos concretos e aplicáveis ao dia-a-dia do professor, no ensino de Botânica senão, apenas menção a esses termos.

Outra tradicional classificação das analogias refere-se à proposta por Curtis e Raigeluth (1984), em seu trabalho pioneiro de investigar o uso de analogias em textos didáticos. Os autores analisaram, em estudo quantitativo, as analogias presentes em 26 livros de ciências (Biologia, Ciências Gerais, Química, Física, Ciências da Terra e Geologia), tendo mapeado, ao final, 216 apresentações analógicas, com uma média de 8,3 analogias por livro. As analogias mapeadas foram analisadas de acordo com algumas categorias de registro e descritas, conforme o quadro 3.

Quadro 3: Categorias de classificação das analogias por Curtis e Raigeluth (1984).

Critério de classificação		Descrição
Relação Analógica	Estrutural	Análogo e alvo compartilham atributos estruturais (físicos)
	Funcional	Análogo e alvo compartilham atributos funcionais (funções semelhantes).
	Estrutural-funcional	Análogo e alvo compartilham atributos estruturais e funcionais (forma e funções semelhantes).
Formato da apresentação	Verbal	A apresentação é expressa somente em palavras.
	Pictórica-verbal	A apresentação é expressa por palavras e ilustrações do análogo.
Condição do análogo em relação ao alvo	Concreto/concreto	Alvo e análogo possuem natureza concreta.
	Concreto/abstrato	Análogo possui natureza concreta e alvo possui natureza abstrata.
	Abstrato/abstrato	Alvo e análogo possuem natureza abstrata.
Posição do análogo em relação ao alvo	Antes	O análogo pode ser apresentado no começo da instrução, portanto, antes do alvo, funcionando como um organizador avançado.
	Durante	O análogo pode ser apresentado durante a instrução num momento onde o conteúdo é mais difícil para o aprendiz. Nessa posição ele é representado como um ativador encravado permitindo não

Critério de classificação		Descrição
		só clarificar a informação precedente, mas também funciona como um guia para a próxima informação.
	Depois	O análogo pode aparecer no final da instrução, atuando como um pós-sintetizador, ou seja, auxilia na síntese da informação precedente e conclui a explicação sobre o alvo.
Nível de enriquecimento	Simple	Pequena semelhança entre alvo e análogo. Análogo é conectado ao alvo através de expressões do tipo 'é como', 'pode ser comparado a', 'é semelhante a'.
	Enriquecida	Quando alguns dos atributos compartilhados são explicitados, assim como suas limitações.
Nível de enriquecimento	Estendida	Várias correspondências de um único análogo são usadas para ensinar mais de um alvo ou quando vários análogos são usados para explicar um único alvo.
Orientação pré-alvo	Descrever/explicar ou revisar/retomar o análogo	Nos casos em que o análogo é desconhecido para o aluno, sendo necessário descrever/explicar o análogo antes de usá-lo. Da mesma forma, se o análogo é familiar, mas é complexo.
	Apresentar/identificar a analogia como estratégia cognitiva	Sugere comparações entre análogo e alvo, explicando o funcionamento da analogia.
	Descrever/explicar o análogo e a estratégia cognitiva	Inclui ambas as ações.

Um levantamento bibliográfico mais amplo (não restrito apenas à Biologia) de trabalhos que se referem à avaliação de estratégias didáticas para um uso efetivo de analogias na construção de conceitos científicos revela a existência de dois tipos de trabalhos. O primeiro tipo é o que se utiliza de textos didáticos seja para desenvolver estratégias didáticas, como, por exemplo, o trabalho de Glynn (1991) já referido anteriormente, em que a partir da análise de livros didáticos, o autor desenvolveu o modelo TWA (*Teaching With Analogies*), ou ainda a análise de coleções didáticas, como Terrazzan *et al.* (2003).

Analisando comparativamente duas coleções didáticas de Biologia para o Ensino Médio de mesma autoria, sendo uma mais recente (ano de 2004) e outra mais antiga

(ano de 1995), Pedroso *et al.* (2007) buscaram identificar o uso de analogias nos seguintes conteúdos: Citologia, Zoologia, Histologia/Embriologia, Genética/Evolução, Botânica e Ecologia. Os autores observaram que, em ambas as coleções, o tópico conceitual mais representativo em termos de número de analogias foi Citologia (em torno de 40%), seguido de Zoologia (média de 25%) e Histologia/Embriologia (média de 16%). Botânica e Ecologia foram os conteúdos com menor representatividade. Houve um decréscimo na porcentagem de analogias referentes à Ecologia (7% em 1995 a 4% em 2004) e, apesar de um aumento percentual sobre Botânica (9% do total em 2004), na coleção didática antiga não houve ocorrência de analogias para essa área.

Segundo os autores, a pequena ocorrência de analogias na Botânica e na Ecologia é “devido aos assuntos tratados nesses tópicos serem familiares às pessoas, e não necessitarem de analogias para serem compreendidos” (PEDROSO *et al.*, 2007). Essa afirmação não se sustenta, visto que, segundo eles, “zoologia também é familiar às pessoas, e este tópico é um dos que mais apresenta analogias, concluímos que os autores [das coleções didáticas analisadas] não distribuem as apresentações analógicas, nos tópicos conceituais, de modo uniforme”.

Além disso, a literatura científica tem mostrado que o estudo dos vegetais é considerado complexo pelos alunos; que os professores apresentam insegurança na abordagem dos assuntos; e até mesmo que há certa dificuldade em se reconhecer a Botânica no cotidiano e sua importância (PAIVA, 2010; ARRAIS, 2014; SILVA, 2013; SILVA, 2015; MATOS *et al.*, 2015; OTA, 2012; DIAS *et al.*, 2008). Logo, afirmar que a Botânica é familiar e por isso não necessita de ferramentas facilitadoras para ser compreendida, é confirmar a visão descrita por Arrais *et al.* (2014): além de as plantas serem vistas pelas pessoas apenas como cenário para a vida animal, há uma preferência dos professores pelos conteúdos de Zoologia (zoocentrismo), percebida na predileção em exemplificar conceitos e princípios básicos da Biologia utilizando animais.

Há ainda um segundo grupo de trabalhos, que tratam sobre a ocorrência de analogias tal como elas são utilizadas no contexto escolar, ou seja, como são utilizadas por professores em sala de aula. Ferraz e Terrazzan (2002) mapearam analogias utilizadas por professores durante aulas em turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio. Contrariamente à expectativa inicial dos autores, baseada na forte presença das coleções didáticas na prática pedagógica dos professores em geral, as observações evidenciaram que poucas das analogias utilizadas coincidem com aquelas presentes nas coleções didáticas adotadas pelas professoras analisadas na pesquisa.

Do total de analogias utilizadas pelos professores, cerca de 80% tinham alvo e análogos diferentes aos dos livros didáticos adotados. Os autores detectaram outras fontes de onde podem proceder as analogias: “a maioria das professoras diz que o uso de analogias já faz parte de seu “cotidiano”, do seu “dia a dia”, de sua “criatividade” e da sua “própria experiência profissional”, de modo a facilitar o entendimento dos alunos” (FERRAZ E TERRAZZAN, 2002). Apesar de a maioria dessas analogias serem provenientes de um *insight*, da própria criatividade ou do improviso, estes recursos são alguns dos constituintes do saber-fazer docente, influenciado pelo seu conhecimento científico e a sensibilidade para dialogar com o conhecimento do aluno, permitindo a emergência de analogias originais que surgem em suas salas de aula, levando a uma aproximação maior ao cotidiano dos alunos.

A utilização de uma analogia no ensino deve considerar alguns pontos importantes. Primeiramente, o análogo deve ser o mais familiar possível, isto é, o professor deve considerar o que os alunos já sabem. Ainda, o professor deve considerar e explicitar em quais características específicas o objeto análogo se assemelha ao alvo, ou seja, se alvo e análogo se assemelham em cor, tamanho, forma, função, habitat, ecologia, pois “uma analogia nunca se baseia em um ajuste exato entre análogo e alvo, sempre há características da estrutura análoga que são diferentes das do alvo e isto pode trazer equívocos” (ANDRADE, 2001), bem como deve ser identificado explicitamente onde a analogia falha (diferenças entre análogo e alvo). Macedo (2008) aponta que “existe a possibilidade de os estudantes recorrerem apenas ao objeto análogo ao tentarem se referir ao objeto alvo”. Mendonça *et al.* (2006) afirmam que isto ocorre quando, no momento da aprendizagem, o objeto análogo é enfatizado, sendo explorando pouco a sua relação com o conceito científico.

Nesse contexto, torna-se evidente o papel fundamental do professor no processo ensino-aprendizagem, especialmente nas situações em que se apresentam domínios análogos familiares aos estudantes, utilizando-se das analogias de forma problematizadora e não mecânica. Diante disso, as analogias e a teoria da aprendizagem significativa são ideias convergentes, no sentido de reconhecer a importância e valorizar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, isto é, os conhecimentos prévios, e no uso de material didático potencialmente significativo (familiares). Carvalho e Bertoni (2014) afirmam que, “neste caso, o uso de analogias passa a ser um instrumento de linguagem científica para a apropriação dos conceitos

científicos, a fim de que seja possível estabelecer relações entre o que o estudante já sabe com o conhecimento científico escolar apresentado, mediados pela ação docente”.

3.2.3 Propostas de abordagens facilitadoras

Em sugestão comparativa, por exemplo, o filo Porifera é um dos primeiros grupos, na escala evolutiva, de animais e uma das suas principais características é não possuir organização do corpo em tecidos. De forma semelhante, as algas constituem um grupo basal, dentro do mundo vegetal, e também são caracterizadas por não formarem tecidos. Além disso, ambos os grupos estão relacionados ao ambiente aquático.

Outras analogias podem ser definidas quando se observa animais e vegetais com um nível de complexidade morfológica maior, como no caso das hepáticas e das planárias. As hepáticas são vegetais que pertencem ao grupo das briófitas, e, portanto, são avasculares; ocorrem geralmente aderidas a substratos, dispostas dorso-ventralmente (achatadas), em locais úmidos e sombreados. Semelhantemente, as planárias, animais do grupo dos platelmintos, ocorrem em ambientes úmidos, como embaixo de troncos ou nos folhiços; e apresentam o formato do corpo achatado em relação ao substrato. Evolutivamente, essas estratégias se caracterizam como uma convergência adaptativa na qual a disposição do corpo dorso-ventralmente achatada, aumenta a superfície de contato com o substrato, o que auxilia na diminuição da perda de água pelo organismo, além de facilitar os processos de difusão célula a célula, que é a estratégia de transporte de nutrientes adotada por ambos os grupos, já que não possuem sistemas vascular e circulatório.

Similarmente, a reprodução é uma ótima temática para estabelecer analogias entre Zoologia e Botânica, o que, inclusive, ajuda a solucionar o problema da segregação na construção do conhecimento, já que o mais comum é a abordagem de ensino por grupos ao invés de temas. Retomando o exemplo anterior, tanto as hepáticas quanto as planárias podem se reproduzir assexuadamente por fragmentação, onde cada fragmento originado de um mesmo indivíduo tem a capacidade de reconstituir-se em um novo indivíduo independente.

No que diz respeito à reprodução sexuada, nas Angiospermas, o ovário corresponde ao útero animal; o óvulo correspondente ao ovário das fêmeas e as oosferas correspondem aos óvulos dos animais. Por questões evolutivas e ontogenéticas não ocorre igualdade na nomenclatura e Paiva (2009) destaca que essa semelhança só foi percebida posteriormente. Em relação à parte masculina, as células sexuais masculinas

(gametas) são levadas às oosferas por meio de um tubo (tubo polínico) formado a partir da germinação do pólen sobre o aparelho reprodutor feminino (especificamente o estigma).

Uma das analogias mais conhecidas é a que se refere à organização geral dos corpos de um homem e de uma árvore (cabeça, tronco e membros x folhas, caule e raízes). Além disso, pode-se destacar que os embriões das Angiospermas apresentam uma organização do corpo semelhante ao dos adultos (a radícula corresponderia à raiz; o caulículo ao caule e os cotilédones às folhas) assim como ocorre com os mamíferos, cujos filhotes no nascimento já apresentam cabeça, tronco e membros formados.

3.3 Integralização do ensino

Conforme já destacado anteriormente, a abordagem fragmentada dos temas, sem continuidade, sequência e sem conexão entre as subáreas; contribui como um fator responsável pela dificuldade no ensino-aprendizagem de Biologia. Especialmente em relação à Botânica, falta uma abordagem transversal que a integre aos demais conteúdos curriculares e aos aspectos da vida cotidiana, como a tecnologia, por exemplo.

A Convenção sobre a Diversidade Biológica é, atualmente, um dos principais instrumentos internacionais sobre o tema Biodiversidade. No artigo nº 2 dessa convenção, a biodiversidade é definida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens (sejam de ecossistemas terrestres ou aquáticos), compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 2000).

Para Alho (2012) o termo biodiversidade designa “a variedade de formas de vida em todos os níveis, desde micro-organismos até flora e fauna silvestres, além da espécie humana. Contudo, essa variedade de seres vivos não deve ser visualizada individualmente, mas sim em seu conjunto estrutural e funcional, na visão ecológica do sistema natural, isto é, no conceito de ecossistema”. Fato é que a biodiversidade abarca não apenas uma variedade ecológica ou genética, mas está fortemente relacionada a aspectos sociais, econômicos, científicos, educacionais, culturais, recreativos e estéticos. Essa gama de valores embutidos no que diz respeito à diversidade biológica é, portanto, uma ferramenta interessante para uma abordagem da Botânica de forma mais integral.

No que tange o aspecto cultural, o conhecimento de saberes populares, lendas e folclore podem contribuir não só para o conhecimento de plantas úteis ao homem, mas também para a compreensão de algumas de suas características biológicas. Salatino e Buckeridge (2016) comentam:

Diversos sítios da internet disponibilizam lendas sobre a origem de espécies nativas, como a mandioca, o guaraná e a vitória-régia, além de exóticas, como o café, o chá e o milho. Sobre esta última planta, há várias lendas de indígenas do Brasil e da América do Norte. Em diversas dessas lendas, aspectos da morfologia e outras características das plantas são realçados. Por exemplo, na lenda sobre a vitória-régia, está implícita a semelhança entre a flor e uma estrela. A lenda sobre o guaraná fundamenta-se na semelhança entre o olho humano e a semente negra com o típico arilo branco. Na lenda da mandioca, é realçada a cor branca das raízes. As lendas sobre o café e o chá enfatizam o efeito estimulante de ambas as plantas.

Além de ser possível encontrar mitos e lendas em *sites* diversos na internet, há diversas publicações das mais diferentes áreas do conhecimento que copilaram, analisaram e/ou aplicaram de forma prática essas histórias, visando à construção do conhecimento. Coelho (2003) em sua tese de doutorado em linguística produziu um relevante trabalho de análise de narrações da cultura indígena da Amazônia; Trindade (2012) desenvolveu uma proposta de ensino transdisciplinar das ciências naturais, utilizando as lendas de Mani (mandioca) e da Caipora como meio de conhecer espécies nativas e sensibilizar os alunos à conservação ambiental; Brandão *et al.* (2015) utilizaram a lenda folclórica do Caboclo D'Água (um ser mítico, defensor do Rio São Francisco) como estratégia para a educação ambiental em Minas Gerais; Almeida *et al.* (2012) identificaram a flora descrita em um dos cenários do romance “Iracema: lenda do Ceará” de José de Alencar em trilhas da Chapada de Ibiapaba, no Ceará, evidenciando que “a natureza não está dissociada da história da humanidade e muito menos das manifestações culturais que a cerca” (ALMEIDA *et al.*, 2012).

Dessa forma, os saberes populares podem ser usados como uma interessante ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem da fauna e da flora, não somente com histórias do norte do país, mas de todas as regiões do Brasil (quadro 4).

Quadro 4: lendas e mitos brasileiros baseado em Fernandez (2013).

Região brasileira	Lendas e mitos
Norte	Boto, Iara, Curupira, Vitória-Régia, Mopinguari, Onça Maneta, A Origem da Mandioca, A Origem do Guaraná, Uirapuru, Matinta Pereira, Cobra Norato.
Nordeste	Lobisomem, Mula-sem-cabeça, A princesa-serpente de Jericoacora, O foguinho da ladeira, A morte do Zumbi, As mangas jasmim de Itamaracá, O diabinho da garrafa, Quibungo, Negro D'água, Vaqueiro Misterioso, Barba-ruiva, Capelobo, Cabeça de cuia e Caipora.
Centro-oeste	Saci-Pererê, Mãe-do-Ouro, O Arranca-língua, Mão-Pelada, Tibarané, Pai do Mato.

Região brasileira	Lendas e mitos
Sudeste	Cuca, Boitatá, Anhangá, Chico Rei, Choro dos Ipês, o Bradador, Canhambora, Cavalo de três pés, Mão Pelada e Pisadeira.
Sul	Negrinho do Pastoreio, A gralha azul, Angoera, A Casa de M'Bororé, O Carbúnculo, Os filhos de Chico Santos, Zaoris.

O documento de Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) destaca que atualmente no ensino de Biologia “os animais e as plantas são abstraídos de seus ambientes e as interações que estabelecem com outros seres vivos, geralmente, são ignoradas” (BRASIL, 2002).

Salatino e Buckeridge (2016) relatam uma situação interessante: se uma foto de savana africana com árvores, arbustos, gramíneas e girafas fosse apresentada a uma pessoa aleatoriamente selecionada, quando perguntada sobre o que se vê na foto, dificilmente seriam mencionadas as plantas presentes na imagem, que são fontes de alimentos não só para a girafa em questão, como também para diversos outros animais daquele bioma. Além de fatores abióticos, como as condições geoclimáticas, os biomas são definidos pelos tipos de vegetação regionais ocorrentes. As plantas, portanto, constituem um fator essencial, inclusive pelas relações ecológicas complexas das quais participam, desempenhando diferentes papéis, por exemplo, como fonte de alimento e local de refúgio para os animais outros organismos.

Temas como teia alimentar exigem do professor uma abordagem mais ampla, destacando a importância dos vegetais não só como produtores primários em terra, mas também nos ambientes aquáticos, em que os fitoplânctons têm papel fundamental. O trabalho de análise das interações ecológicas presentes em livros didáticos do Ensino Médio realizado por Quesado (2009) revelou uma dificuldade dos autores dos livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio em tratar as interações ecológicas. Interações ecológicas podem ser definidas como relações entre indivíduos de espécies que vivem em uma mesma comunidade; isto é, o efeito que um indivíduo ou grupo de indivíduos de uma espécie pode exercer sobre um indivíduo ou grupo de indivíduos de outra ou da sua própria espécie (QUESADO, 2009).

Nesse sentido, observam-se nos livros didáticos muitos exemplos de interações entre animais, e alguns exemplos entre vegetais; mas são escassos os que apresentam exemplos de interações entre espécies de grandes grupos diferentes (animais, vegetais, fungos, protistas, bactérias). Alguns dos poucos exemplos envolvendo grupos distintos

são encontrados nas explicações sobre mutualismo (interação obrigatória ou facultativa entre duas espécies com benefício mútuo de trocas diretas de bens ou serviços), em que se destacam as micorrizas e os líquens (QUESADO, 2009).

As micorrizas são simbiose entre fungos e raízes de plantas. Nessa relação, o fungo associa-se à raiz da planta penetrando-a ou formando um manto na superfície do órgão para conseguir produtos da fotossíntese e, em troca, fornece à planta uma maior área de absorção de água e sais minerais (NETO *et al.*, 2013; QUESADO, 2009). Já os líquens são uma associação simbiótica entre fungos e algas verdes ou cianobactérias, em que a atividade fotossintética da alga garante nutrientes ao fungo; o qual, em contrapartida, proporciona água e proteção contra dessecação (*ibidem*). O trabalho de Quesado (2009) revelou a carência de outros exemplos de interações ecológicas mutualísticas resultantes de processos de coevolução, ou seja, aquelas nas quais a ausência de um organismo pode comprometer a persistência do outro, como as interações planta-polinizador, planta-dispersor e planta-protetor. Esse fato também foi relatado por Matos e Libano (2013) ao analisar os conteúdos de evolução em livros didáticos de Biologia. São diversos os exemplos de coevolução que podem ser trabalhados em aula: os figos apresentam um tipo de inflorescência especializada (sicônio), que está associada ao ciclo biológico de algumas espécies de vespas que são responsáveis pela polinização da planta, ao mesmo tempo em que ovopositam, se alimentam e acasalam no interior das inflorescências (figura 5).

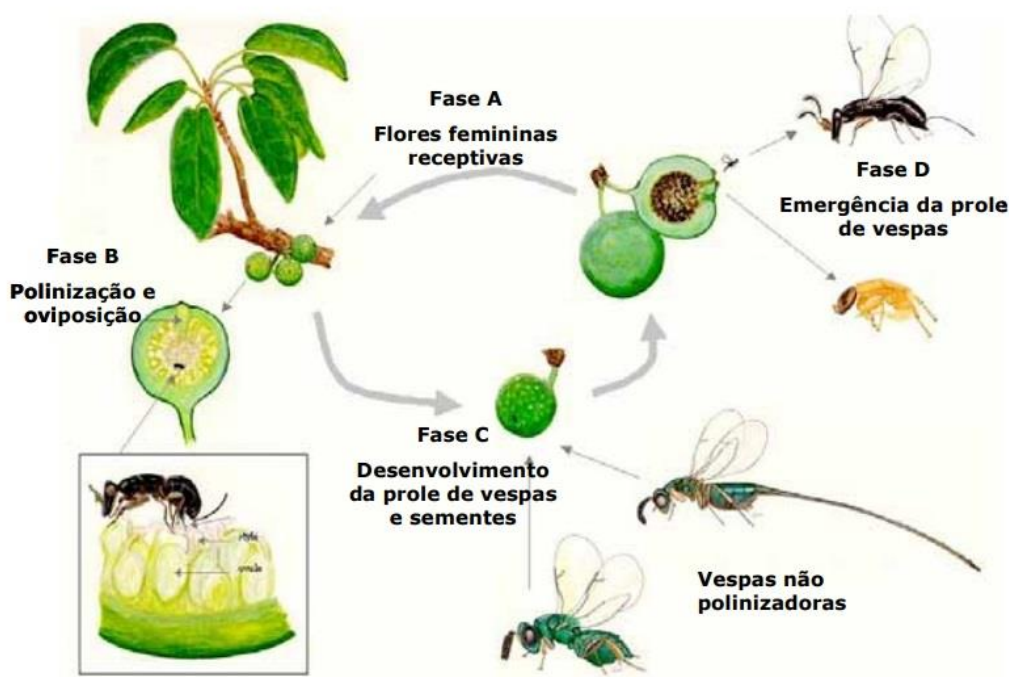


Figura 5: Ciclo de desenvolvimento dos sicônios e vespas de figo em espécies monoicas de *Ficus* (retirado de Elias, 2008).

Similarmente, alguns pássaros, como o beija-flor, possuem formato estrutural dos seus bicos (afilados e longos) adaptados à morfologia de flores com formatos tubulares, que permitem a esses animais o acesso ao néctar (recurso alimentar) e, ao mesmo tempo, garante a polinização das flores (RIBEIRO E BRASILEIRO, 2013). Ou ainda, algumas espécies de orquídeas que apresentam flores com forma muito semelhante a fêmeas de certas espécies abelhas e, ainda, emitem um odor muito parecido ao feromônio exalado por essas fêmeas. Assim, os machos dessas espécies de insetos são atraídos pela aparência e pelo odor das flores efetuando involuntariamente a polinização (FIGUEIREDO, 2000).

O parasitismo é a interação ecológica na qual um organismo (o parasita) mantém-se temporária ou permanentemente no interior, sobre ou perto de seu hospedeiro; fazendo uso direto de algum tipo de recurso extraído do mesmo. Quesado (2009) relata que essa é a uma das poucas interações que os livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio trazem exemplos com humanos. Provavelmente porque ao longo do tempo houve um distanciamento do homem em relação à natureza.

Além disso, os únicos exemplos envolvendo os vegetais são as plantas parasitas, como o cipó-chumbo, um vegetal aclorofilado (portanto, não realiza fotossíntese), que retira os nutrientes de que necessita da planta hospedeira. Entretanto, existem na natureza diversos exemplos de parasitismos que envolvem os vegetais e outros grupos de organismos que, muitas vezes, despertam a curiosidade de leigos por se tratarem de situações pouco conhecidas.

As galhas, por exemplo, são estruturas que se originam em resposta ao ataque de organismos como vírus, bactérias, fungos, nematódeos, ácaros ou insetos; caracteriza-se pelo crescimento anormal de tecido comumente comparado a tumores e pode ocorrer em qualquer órgão da planta (ROMEU *et al.*, 2014). No caso dos insetos, é estabelecida uma relação de parasitismo bastante interessante. Esses animais, em sua maioria em estado larval, induzem a formação das galhas, de onde retiram os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento e proteção contra seus inimigos naturais (MAIA, 2017).

É interessante destacar a importância histórica e evolutiva das interações ecológicas na diversificação dos eucariotos, especialmente no surgimento e na evolução da mitocôndria e do cloroplasto. Na atualidade, a explicação mais aceita para a origem dessas organelas seria a ocorrência de uma simbiose entre uma célula hospedeira ancestral dos eucariotos e uma célula procariota. O precursor bacteriano das mitocôndrias e cloroplastos, por alguma razão teria sido englobado, mas não foi

digerido, e, a partir de sua permanência, teria estabelecido uma relação simbiótica com seu hospedeiro. Esse processo de estabelecimento de uma célula dentro da outra, com benefícios mútuos, é chamado de endossimbiose.

A endossimbiose entre uma célula hospedeira anaeróbica e uma procariótica aeróbica explica a existência das mitocôndrias, que são envolvidas por duas membranas e possuem DNA próprio. Em processo semelhante, acredita-se que a clorofila tenha surgido em organismos procariontes (cianobactérias), que ao estabelecerem relações de endossimbiose, através do seu englobamento por uma célula eucariótica hospedeira, possibilitaram a origem dos cloroplastos (OLIVEIRA, 2005). Mitocôndrias e cloroplastos possuem duas membranas os envolvendo, fato que corrobora com a teoria de endossimbiose: a membrana interna seria resquício da membrana plasmática da célula procariótica englobada e a membrana externa, resquício do vacúolo digestivo da célula eucariótica hospedeira (NAUER, 2013).

O surgimento e a evolução dos organismos fotossintetizantes possuem um importante papel, não somente na diversificação e origem das plantas terrestres, mas também na evolução dos demais tipos de vida do planeta. Com o surgimento e o aumento do número de organismos fotossintetizantes, a atmosfera foi sendo modificada. A fotossíntese envolve a quebra da molécula de água (H_2O), liberando moléculas livres de oxigênio (O_2), elemento que era praticamente inexistente na atmosfera primitiva. A exposição dessas moléculas à radiação solar e a cargas elétricas resultaram na formação das moléculas de O_3 , o gás ozônio, que forma uma camada ao redor da Terra (RAVEN *et al.*, 2014).

A formação dessa camada de ozônio foi fundamental para o desenvolvimento de vida no ambiente terrestre, uma vez que funciona como um filtro de proteção aos raios ultravioletas emitidos pelos raios solares que chegam a Terra. Antes da existência da camada de ozônio a vida só era possível em ambientes aquáticos, pois a água realizava o papel de proteção contra esses raios que são extremamente nocivos aos organismos. Além disso, a liberação de O_2 pela fotossíntese permitiu uma utilização mais eficiente das moléculas ricas em energia, por meio dos processos oxidativos da respiração (*ibidem*).

Os conteúdos de Botânica também podem ser abordados de forma interessante por meio de assuntos relacionados à biotecnologia. A primeira definição de biotecnologia foi atribuída em 1919 pelo engenheiro agrícola Ereky como “a ciência e os métodos que permitem a obtenção de produtos a partir de matéria-prima, mediante a

intervenção de organismos vivos” (MALAJOVICH, 2012). Entretanto, a definição oficial de biotecnologia só veio acontecer na Convenção sobre Diversidade Biológica (1987-1992): “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica”.

Apesar de o termo ter surgido no início do século XX, Ferro (2010) afirma que, considerando sua definição, a biotecnologia constitui uma das práticas mais antigas da humanidade, iniciada no antigo Egito para a produção de cerveja e pão. Na atualidade, essa ciência desenvolveu-se grandemente graças à introdução de novas tecnologias que revolucionaram a Biologia moderna, como as tecnologias do DNA recombinante e outras ferramentas de engenharia genética. A biotecnologia moderna trata-se, portanto, de uma rede complexa de conhecimentos onde ciência e tecnologia se entrelaçam e se complementam, envolvendo Biologia celular e molecular; microBiologia; imunologia e bioquímica; física e eletrônica; fermentação, separação, purificação e controle de processos.

Os conhecimentos da Botânica são imprescindíveis para o desenvolvimento de novas tecnologias, sendo possível identificar no cotidiano diversos exemplos de sua aplicação. As algas são utilizadas como fornecedores de químicos; como fontes de energia (biocombustíveis); como biofertilizantes; no controle biológico; em atividades agrícolas; e também na produção de bebidas, alimentos, têxteis e fármacos. No grupo das cianobactérias, podem-se destacar a sua utilização como fixadoras de nitrogênio, contribuindo para fertilidade de solos e da água em cultivos de arroz (em associação mutualística com pequenas samambaias do gênero *Azolla*). As cianobactérias do gênero *Spirulina*, que historicamente é consumida em alguns países africanos depois de cultivada e desidratada, ganhou visibilidade nos dias atuais pela sua comercialização como suplemento alimentar rico em proteína e vitaminas A e B₁₂ (AMBROSI *et al.*, 2008).

Dentre as algas vermelhas podem-se destacar o gênero *Porphyra* que compreende as algas mais cultivadas no mundo, utilizadas na culinária japonesa. Além disso, muitas espécies de algas vermelhas produzem terpenóides tóxicos raros, que podem ajudar a afastar os herbívoros; possuem atividades antitumorais e estão sendo atualmente testados para o possível uso como drogas anticancerígenas. Ainda, das algas vermelhas se extraem substâncias aplicadas nas mais diferentes áreas de produção industrial. O agar é utilizado na produção de cápsulas que contêm vitaminas ou

medicamentos, como base de cosméticos, como agente antidessecante em produtos de panificação, no preparo de gelatinas e sobremesas instantâneas e também é utilizada em bolos, glacês, *marshmallow*, iogurte e sorvete. A carragenana é utilizada na fabricação de salsicha, presunto, hambúrguer, queijo, gelatina, achocolatado, creme dental, ração animal (RAVEN *et al.*, 2014).

Similarmente, as algas pardas, principalmente, os gêneros *Macroscystis* e *Nereocystis*, produzem o alginato: composto utilizado largamente nas indústrias alimentícia, têxtil, cosmética, farmacêutica, de papel e de solda. Possui propriedades espessantes e estabilizadoras coloidais. Já as algas diatomáceas, devido a grande quantidade de sílica presente em sua parede celular, podem ser utilizadas no controle biológico, como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar (*ibidem*).

Por fim, briófitas e pteridófitas podem ser utilizadas como componentes de correção de solos; como indicadoras de ambientes perturbados ou conservados (presença de espécies nativas, exóticas e invasoras); de ambientes aquáticos poluídos (desenvolvimento de *Salvinia* em ambientes eutrofizados) e de áreas sem poluição aérea (ocorrência de determinadas espécies das famílias Hymenophyllaceae e Lycopodiaceae). Espécies do gênero *Sphagnum*, uma briófitas da divisão dos musgos, possuem propriedades antissépticas e absorventes, sendo utilizadas em diferentes tipos de indústria e na fabricação de homeopáticos; e como fonte de energia alternativa, em associação com cianobactérias na produção agrícola (*ibidem*). Além disso, algumas espécies de briófitas têm sido utilizadas na área de engenharia genética como fontes de genes para modificação de plantas agrícolas devido a sua grande resistência às variações ambientais.

Finalmente, diante de todos esses os avanços tecnológicos apresentados pela academia na área de Botânica (em número e em complexidade), a transposição dessas informações para a realidade escolar deve considerar um aspecto fundamental: não constituir um conhecimento científico pragmático. Alho (2012) aponta que a literatura científica tem enfocando nos valores ético, econômico, cultural, recreativo, intelectual, científico, espiritual, emocional e estético da biodiversidade e como a saúde humana depende da biodiversidade. Enretanto, conforme afirma Franco (2013),

a biodiversidade não foi feita para os humanos – e nem por eles. Com isto, as mais variadas formas de vida ganham “cidadania” no âmbito das preocupações com a conservação da natureza. Não apenas as espécies consideradas úteis ou belas ou os ecossistemas considerados agradáveis e dignos de serem admirados como paisagem são

valorizados. A biodiversidade em todas as suas formas é considerada importante e portadora de um valor intrínseco.

Assim, por mais os vegetais tenham sido, desde muito tempo, importante fonte de recurso para a humanidade (alimentar, medicinal, tecnológico) e há algum tempo seja discutida a importância ecológica da biodiversidade na manutenção da vida no planeta, ressaltando a necessidade de preservação, o valor deles não se limita a isso. Nesse contexto, é fundamental que o estudo das plantas seja realizado de forma não pragmática ou utilitarista.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Botânica é uma ciência interdisciplinar, que possui conexões e relações com diferentes áreas de estudo da ciência. Seu ensino isolado e sem comunicação entre as demais subáreas da Biologia tornam a aprendizagem reduzida a gravar nomes difíceis. O ideal é motivar discussões em aulas que estabeleçam a inserção da ciência Botânica ao longo do desenvolvimento de diversos temas de aspectos reprodutivos, morfológicos, evolutivos, ecológicos, econômicos e culturais que não esperem apenas o momento específico destinado ao tratamento do tema Botânica durante o ano letivo.

Nesse contexto, as abordagens facilitadoras apresentadas e propostas neste trabalho têm como objetivo tornar o processo de ensino-aprendizagem dessa ciência menos complexo e mais articulado dentro dos variados temas da Biologia. No entanto, é fundamental que o professor tenha ciência de que seus alunos nunca chegam às suas aulas neutros. Ao contrário, eles trazem sempre concepções prévias que tanto podem servir de ancoragem para um novo conhecimento (o subsunçor de David Ausubel) quanto de obstáculo para a construção dele (as concepções alternativas).

Na pesquisa aqui realizada percebeu-se que o professor não pode ser responsabilizado sozinho pelas falhas no trabalho do conteúdo de Botânica. Faltam exemplos e analogias nos livros didáticos que promovam uma abordagem dos conteúdos de Botânica de forma mais integrada, uma aprendizagem significativa dos conteúdos que motive os estudantes e não baseada apenas em apresentação de nomenclaturas complicadas. Ainda assim, há que se procurar proporcionar uma visão que estabeleça maior proximidade dos componentes botânicos com a realidade cotidiana e, assim, viabilizar a assimilação lógica desse conhecimento; explicitando as propriedades que os vegetais apresentam dentro de um contexto dinâmico e transversal.

Finalmente, este estudo do estado da arte do ensino de Botânica expõe que ainda há muito a se trabalhar na área e muitas lacunas a serem preenchidas: coleções didáticas menos enfocadas em nomenclaturas difíceis, com mais e melhores analogias, além de maiores investigações da prática docente *in situ*, como forma de identificar possíveis equívocos e possibilitar o desenvolvimento de outros instrumentos didáticos facilitadores ao ensino de Botânica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no Ensino Médio** (Tese de Doutorado) – Marília: Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. 208p, 2013.

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 151-165, 2012.

ALMEIDA, M. C.; OLIVEIRA, A. C. P.; SARTORI, R. C. Nas trilhas dos campos dos Tabajaras: Botânica e literatura. **ERAS: European Review of Artistic Studies**, v. 3, n. 2, p. 89-101, 2012.

ALMEIDA, R. O. NOÇÃO DE FOTOSSÍNTESE: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá-Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2005.

AMBROSI, M. A.; REINEHR, C. O.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M. Propriedades de saúde de *Spirulina* spp. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 2, p. 109-117, 2008.

AMORIN, A. C. & BRAÚNA, R.C. A. **Construindo uma metodologia para o ensino da fotossíntese**. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 5, 1995. São Paulo: FEUSP. 1995.

ANDRADE, B.L. **O ensino do sistema imunológico: da metáfora à analogia da guerra**. (Dissertação de Mestrado) – Florianópolis: Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 156p, 2001.

- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, n. 2, p. 182-192, 2002.
- ARRAIS, M. G. M.; SOUSA, G. M.; MASRUA, M. L. A. O ensino de Botânica: investigando dificuldades na prática docente. **Revista da SBEnBio**, n. 9, 2014.
- AZEVEDO, J. L. Botânica: uma ciência básica ou aplicada?. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 22, supl. 2, p. 225-229, out. 1999.
- BACHELARD, G. A formação do espírito científico. **Rio de janeiro: Contraponto**, 1996.
- BANDEIRA, C. M. S.; JORDÃO, R. S. **A fotossíntese: estudo das concepções alternativas**. In: Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas/SP, 2011.
- BARRATT, N. M. Field botanist for a day: a group exercise for the introductory botany lab. **The American Biology Teacher**, v. 66, n. 5, p. 361, 2004.
- BRANDÃO, L. E. D.; CUNHA, B. L.; SANTOS, S. L. A.; RODRIGUES, H. T. S.; BARROS, M. D. M. **A utilização da lenda folclórica do Caboclo D'Água como estratégia para a Educação Ambiental**. In: Anais do XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços De Caldas, Poços de Caldas/MG, 2015.
- BORGES, A.T. Um estudo de modelos mentais. **Rev. Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 3, 1997.
- BRASIL. **A Convenção sobre Diversidade Biológica–CDB**, Cópia do Decreto Legislativo nº 2, de 5 de junho de 1992. MMA. Brasília, p. 30, 2000.
- BRASIL. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.
- CARVALHO, P. A.; BERTONI, D. **O uso de analogias em Biologia: uma experiência de prática pedagógica no processo de formação docente**. In: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Paraná, v.1, 2014.

COELHO, M. C. P. **As narrações da cultura indígena da Amazônia: lendas e histórias** (Tese de Doutorado) – São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 223p, 2003.

CORDEIRO, A. R.; MELO, K. V.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Concepções de respiração e fotossíntese de alunos da EJA a partir da análise de mapas conceituais tendo como referencial a teoria vygotskiana. **IV Colóquio internacional “Educação e Contemporaneidade”**, v. 4, Laranjeiras/SE, 2010.

CURTIS, R. V., RAIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. In: **Instructional Science**, 13, 99-117, 1984.

DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. **Science education**, v. 79, n. 3, p. 295-312, 1995.

DELIZOICOV, N. C.; CARNEIRO, M. H. S., DELIZOICOV, D. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Ciência e Educação**, 10 (3), p. 443-460, 2004.

DELIZOICOV, N.G.; ERN, E. 2003. **A analogia “coração bomba” no contexto da disseminação do conhecimento**. In: IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. Bauru/SP, 2003.

DIAS, J. M. C.; SCHWARZ, E. A.; VIEIRA, E. R. *A Botânica além da sala de aula*, 2010. 21p. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/893-4.pdf>>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

DORVILLÉ, L. F. M.; SANTOS, M. C. F. O ensino de Botânica na formação de professores: articulando o diálogo entre os conhecimentos científicos e populares. **Revista da SBEnBio**, v. 5, p. 1-12, 2012.

DOTTI, A. F. **O uso de analogias no processo didático: um estudo sobre livros de ciências para a última série do ensino fundamental**. (Dissertação de Mestrado) – Araraquara: Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 219 p, 2007.

DUIT, R. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, v.79, n.6, p.649- 672. 1991.

DUTRA, A. P.; GÜLLICH, R. I. C. A Botânica e suas Metodologias de Ensino. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 493-503, 2014.

ELIAS, L. G. **Estratégias de utilização de recursos em vespas parasitas do mutualismo figueiras - vespas de figo.** (Dissertação de Mestrado) – Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 42p, 2008.

FERNANDEZ, B. M. **Contribuições à uma reflexão acerca do trabalho com lendas do folclore brasileiro na educação formal de crianças pequenas.** (Trabalho de Conclusão do Curso) – Brasília: Universidade de Brasília, 61 p, 2013.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de Biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 2, 2002.

FERRO, E. S. Biotecnologia translacional: hemopressina e outros peptídeos intracelulares. **Estudos avançados**, v. 24, n. 70, p. 109-121, 2010.

FIGUEIREDO, R. A. Biologia floral de plantas cultivadas: aspectos teóricos de um tema praticamente desconhecido no Brasil. **Argumento**, v. 2, n. 3, p. 8-27, 2000.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da Biologia da conservação: da preservação da *wilderness* à conservação da biodiversidade. **História (São Paulo)**, v. 32, n. 2, 2013.

GENTNER, D. Metaphor as structure mapping: The relational shift. **Child development**, p. 47-59, 1988.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts. A Teaching-With-Analogies Model. In: S. W. Glynn, R. H. Yany and B. K. Briton (Eds.). **The Psychology of Learning Science**. p. 219-240, 1991.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.

HENTZ, P. **Eixos norteadores da proposta curricular.** In: Proposta curricular de Santa Catarina: educação infantil, ensino fundamental e médio: temas multidisciplinares. Florianópolis: COGEN, 1998.

HOFFMANN, M. B. **Analogias e metáforas no Ensino de Biologia: um panorama da produção acadêmica brasileira.** (Dissertação de Mestrado) – Fortaleza: Universidade Federal De Santa Catarina, 192p, 2012.

HOFFMANN, M. B. Analogias históricas: reflexões para o ensino de Biologia. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 381-385, 2013.

KATON, G. F.; TOWATA, N.; SAITO, L. C. A cegueira Botânica e o uso de estratégias para o ensino de Botânica. In: **III Botânica no Inverno 2013** (org.) Alejandra Matiz Lopez *et al.* Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 183 p, 2013.

KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; TAMASHIRO, J. Y. ; FORNI-MARTINS, E. R.. (orgs) **A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora.** São Carlos. Rima. 2006. 162p.

MACEDO, S. S. **Estratégias didáticas de professores do ensino fundamental ao lidar com concepções alternativas de alunos.** (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, 130p, 2008.

MAIA, K. M. **Efeito do galhador na alocação de nutrientes em folhas de *Solanum lycocarpum*.** (Tese de Doutorado) – Lavras: Universidade Federal de Lavras. 94p, 2017.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia 2011.** Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MATOS, A. R.; LIBANO, A. R. **Análise dos conteúdos de evolução em livros didáticos de Biologia na perspectiva do ENEM** (Trabalho de Conclusão do Curso) – Brasília: Centro Universitário de Brasília, 21 p, 2013.

MATOS, G. M. A.; MAKNAMARA, M.; MATOS, E. C. A.; PRATA, A. P. Recursos didáticos para o ensino de Botânica: uma avaliação das produções de estudantes em universidade sergipana. **HOLOS**, v. 5, p. 213-230, 2015.

MEDEIROS, S. C. S.; COSTA, M. F. B.; LEMOS, E.S. **A Teoria da Aprendizagem Significativa subsidiando o ensino e a aprendizagem da fotossíntese e da respiração no Ensino Médio**. VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis/SC. 2007.

MENDONÇA, P.C. C.; JUSTI, R.; OLIVEIRA, M.M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2006.

MOÇO, M. C. C.; SERRANO, A. **Análise das Concepções Alternativas de Estudantes Universitários de Licenciatura em Biologia após uso da Internet**. IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Bauru/SP, 2003.

MOREIRA, M. A. ¿Al afinal, qué es aprendizaje significativo?. **Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha. n 25 p. 29-56, 2012.

NAUER, F. Origem e evolução dos organismos fotossintetizantes. In: **III Botânica no Inverno 2013** (org.) Alejandra Matiz Lopez *et al.* Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 183 p, 2013.

NETO, A. A. C.; SILVA, P. P. A.; GONÇALVES, A. Z. Nutrição mineral: avaliando a escassez nutricional em plantas. 245-275. In: **III Botânica no Inverno 2013** (org.) Alejandra Matiz Lopez *et al.* Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 183 p, 2013.

NIGRI, P. BARROS, M. D. M.; REZENDE, J. L. P. **Um olhar sobre as concepções prévias dos alunos do terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área de Botânica**. In: Anais do II Encontro Nacional de Ensino de Biologia, Uberlândia/MG, 2007.

NOGUEIRA, V. S.; SANTOS, N. D. **Sexualidade de plantas em livros didáticos e a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental**. In: Anais do VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia (Regional 2), Rio de Janeiro/RJ, 2017.

OLIVEIRA, H. R. **Argumentação no ensino de ciências: uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento.** (Dissertação de Mestrado) – Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 130p, 2012.

OLIVEIRA, M. C. **Origem e evolução das algas eucarióticas e de seus cloroplastos com ênfase nas algas vermelhas (Rhodophyta).** (Tese de Livre Docência) – São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 237p, 2005.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de Biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar** (Curitiba), n. 26, p. 233-250. Editora UFPR, 2005.

ORTONY, A. Beyond literal similarity. **Psychological review**, v. 86, n. 3, p. 161, 1979.

OTA, M. D. **Herbário Escolar: Uma Proposta De Atividade Prática Para O Ensino De Botânica.** (Monografia de Licenciatura) – São José dos Campos: Faculdade de Educação e Artes, Universidade Vale do Paraíba, 31 p, 2012.

OTERO, M. R. ¿ Cómo usar analogías en clases de física? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 14, n. 2, p. 179-187, 1997.

PAIVA, J. A Botânica não é difícil. **Parques e Vida Selvagem.** Outono. p. 63-65. 2010.

PAIVA, J. As árvores e os animais: homologias e diferenças. **Parques e Vida Selvagem.** Verão. p. 64-66. 2009.

PEDROSO, C. V; AMORIM, M. A. L; TERRAZZAN, E. A. **Uso de analogias em livros didáticos de Biologia: um estudo comparativo.** ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA. VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciência. Florianópolis, 2007.

PEREIRA, M. G.; GOUVEIA, Z. M. M.; LUCENA, Z. M. M.; LUCENA, V. L. A.; XAVIER, K. R. F. **O uso de materiais botânicos como elementos integradores entre a teoria e a prática em aulas de Biologia.** In: Anais do II Encontro Nacional de Ensino de Biologia, Uberlândia/MG, 2007.

QUESADO, L. B. **Interações Ecológicas nos Livros Didáticos do Ensino Médio.** (Monografia de Especialização) – Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 100p, 2009.

RAVEN, P. H.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

RIBEIRO, J. C.; BRASILEIRO, J. C. B. Estruturas secretoras nupciais e de proteção. In: **III Botânica no Inverno 2013** (org.) Alejandra Matiz Lopez *et al.* Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 183 p, 2013.

RIOS, K. B. O.; MATOS, A. O.; PAIVA, A. S. Princípios de *design* para o ensino de Botânica e Zoologia num contexto evolutivo. **Revista da SBEnBio**, n. 9, 2016.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, 2006.

ROMEU, B.; BATILANI-FILHO, M.; FAVERI, S. B.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Influência das características da vegetação na ocorrência de herbivoria por galhadores e mastigadores sobre salsaparrilha (*Smilax campestris*) em ambiente de restinga. 230-240. In: **Ecologia de Campo: abordagens no mar, na terra e em águas continentais** (org.) Moacyr Batilani-Filho *et al.* Programa de Pós-Graduação em Ecologia Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 270 p, 2014.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber Botânica? **Estudos avançados**, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.

SANTANA, I. C. H. **Ensino de Biologia por analogias: possibilidades desde a formação de formadores**. (Tese de Doutorado) – Fortaleza: Faculdade de Educação, Universidade Federal Do Ceará. 224p, 2014.

SANTOS, D. Y. A. C.; CECCANTINI, G. **Propostas para o ensino de Botânica: Manual do curso para atualização de professores dos ensinos Fundamental e Médio**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fundo de Cultura e Extensão: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo-USP, Departamento de Botânica, 2004.

SANTOS, K. G. S; PAULA, L. M. P. Botânica: o que pensam nossos alunos do 6º ano do ensino fundamental. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 4402-4412, 2014.

SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado**. Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

SILVA, J. R. S. **Concepções dos professores de Botânica sobre o ensino e a formação de professores** (Tese de Doutorado) – São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - Departamento de Botânica. 208p, 2013.

SILVA, M. J.; SAMPAIO, S. M. V.; COFFANI-NUNES, J. V. O que dizem os professores das escolas públicas de Maceió sobre o ensino de Botânica? **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 5503-5514, 2014.

SILVA, T. S. **A Botânica na educação básica: concepções dos alunos de quatro Escolas públicas estaduais em João Pessoa sobre o ensino de Botânica.** (Monografia de Licenciatura) – João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 63p, 2015.

SOUZA, S. C. **Leitura e fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural.** (Tese de Doutorado) – Campinas: Faculdade de Educação, Universidade de Campinas. 313p, 2000.

SOUZA, S. C. Supletivo individualizado: Possibilidades, Equívocos e Limites no Ensino de Ciências. **Trajetos**, v. 2, n. 3, 1995.

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

TERRAZZAN, E. A.; PIMENTEL, N. L.; GAZOLA, C. D.; SILVA, L. L. da; BUSKE, R.; AMORIM, M. A. L.; FREITAS, D.S.; METKE, J. **Apresentações analógicas em coleções didáticas de Biologia, Física e Química para o Ensino Médio: uma análise comparativa.** In: Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru. 2003.

TORRES, D. F.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, A. V. **O estudo da fotossíntese vegetal no 3º ano do Ensino Médio: relações com concepções alternativas.** In: Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia/SP, 2015.

TREVISAN, M. D. **O papel da metáfora/analogia no ensino de ciências: uma abordagem semiótica.** (Dissertação de Mestrado) – Bauru: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 150p, 2008.

TRINDADE, D. S. A. **Uso das lendas amazônicas como proposta de ensino transdisciplinar das Ciências Naturais.** In: Anais do 2º Simpósio em Educação em Ciências na Amazônia e do VII Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia, Manaus/AM, 2012.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, v. 61, n. 2, p. 82-86, 1999.

ZAGO, L. M.; GOMES, A. C.; FERREIRA, H. A.; SOARES, N. S.; GONÇALVES, C. A. Fotossíntese: concepções dos alunos do ensino médio de Itumbiara-GO e Buriti Alegre-GO. **Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre**, v. 5, n. supl 1, p. 780-782, 2007.