

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia

Ana Eliza de Freitas Martinho

USO DE TEXTO E VÍDEO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NO ENSINO DE BIOLOGIA: Explorando o diálogo entre plantas e fungos através de materiais de divulgação científica

Rio de Janeiro
2020



Ana Eliza de Freitas Martinho

**USO DE TEXTO EVÍDEO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NO ENSINO DE
BIOLOGIA: Explorando o diálogo entre plantas e fungos através de materiais de
divulgação científica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Orientador Professor Me. Marcelo Augusto Vasconcelos Gomes

Rio de Janeiro

2020

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

M385 Martinho, Ana Eliza de Freitas

Uso de texto e vídeo como estratégia didática no ensino de biologia: explorando o diálogo entre plantas e fungos através de materiais de divulgação científica / Ana Eliza de Freitas Martinho. - Rio de Janeiro, 2020.

55 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Marcelo Augusto Vasconcelos Gomes.

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Alfabetização científica. 3. Plantas. 4. Fungos. I. Gomes, Marcelo Augusto Vasconcelos. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ana Eliza de Freitas Martinho

**USO DE TEXTO E VÍDEO COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NO ENSINO DE
BIOLOGIA:** Explorando o diálogo entre plantas e fungos através de materiais de
divulgação científica

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Aprovado em: ____/____/____.

Me. Marcelo Augusto Vasconcelos Gomes
Colégio Pedro II

Dra. Elizabeth Bozoti Pasin
Colégio Pedro II

Dr. Pedro Henrique Ribeiro de Souza
Colégio Pedro II

Aos meus alunos.

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui minha profunda gratidão a todas as pessoas que puderam contribuir com esta importante etapa da minha formação:

Ao professor Marcelo Gomes, pela especial atenção que deu à orientação e elaboração deste trabalho, pois sem nossa construção conjunta de ideias ele não seria possível.

Agradeço à banca avaliadora: Elizabeth Bozoti Pasin, Pedro Henrique Ribeiro de Souza, Maria da Conceição dos Reis Leal e Denise Maria Mano Pessoa, por aceitarem realizar a avaliação deste trabalho e contribuir com seu aperfeiçoamento.

Ressalto a minha grande admiração pelos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia do Colégio Pedro II, pela paciência e a dedicação para compartilhar seus conhecimentos, e para abrir meus horizontes com relação às possibilidades do ensino de biologia e de ciências.

Gratidão a todos os meus queridos companheiros de turma, em especial à Carol, Vanessa e Thainá, pela disposição em compartilhar seus conhecimentos e experiências, me permitindo aprender muito mais a cada aula.

Não devemos nos preocupar apenas com a utilidade material das árvores, mas cuidar delas também por seus pequenos mistérios e encantos. [...] E, quem sabe, talvez um dia sejamos capazes de decifrar a língua das árvores e elas nos contem histórias incríveis.

(Peter Wohlleben)

RESUMO

MARTINHO, Ana Eliza de Freitas. **Uso de texto e vídeo como estratégia didática no ensino de biologia:** Explorando o diálogo entre plantas e fungos através de materiais de divulgação científica. 2020. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2020.

A biodiversidade é uma área de estudo extremamente relevante na biologia e por esse motivo esse tema ocupa grande parte do currículo de ciências e biologia do ensino básico. Entretanto, nem todos os grupos de seres vivos recebem a mesma notoriedade e nem despertam o mesmo interesse nos alunos. Com exceção da sua imagem negativa, os fungos recebem menos atenção que outros grupos de seres vivos e podemos dizer que existe uma “cegueira micológica”, onde o papel dos fungos na dinâmica ecológica e no nosso cotidiano é ignorado ou subestimado. Objetivando-se reduzir a apatia com a qual os alunos vêem os fungos, esta proposta didática apresenta as micorrizas como uma relação ecológica mutualística entre indivíduos do Reino Fungi e Plantae, que cooperam através da transferência de nutrientes e se comunicam através da troca de informações via sinais químicos. A escolha deste tema justifica-se por ele não ser amplamente abordado nos livros didáticos, apesar de sua relevância para os estudos ecológicos. Sendo assim, esta sequência didática propõe combinar a exibição de um vídeo e a leitura de um texto de divulgação científica sobre a relação mutualística entre plantas e fungos e a interligação dos ecossistemas florestais. A leitura do texto e a exibição do vídeo são intercaladas com atividades que combinam momentos de exposição teórica, aplicação de questionários, discussões em grupo e construção de mapas conceituais, alternando momentos de protagonismo do aluno e do professor. A combinação destas estratégias didáticas, segundo revisão bibliográfica, também é eficaz na promoção da alfabetização científica e no atendimento de habilidades e competências propostas pela Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; Divulgação Científica, Fungos, Micorrizas

ABSTRACT

MARTINHO, Ana Eliza de Freitas. **Use of video and text as a didactic strategy on biology teaching:** Exploring the dialogue between plants and fungi through scientific dissemination materials. 2020. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2020.

Biodiversity is an extremely relevant area of study in Biology and for this reason this theme occupies a large part of the basic Science and Biology curriculum. However, not all groups of living beings receive the same notoriety and do not arouse the same interest in students. With the exception of their negative image, fungi receive less attention than other groups of living beings and we can say that there is a “mycological blindness”, where the role of fungi in ecological dynamics and in our daily lives is ignored or underestimated. Aiming to reduce the apathy with which students see fungi, this didactic proposal presents mycorrhiza as an ecological mutualistic relationship between individuals from the Fungi Kingdom and Plantae, who cooperate through the transfer of nutrients and communicate through the exchange of information via chemical signs. The choice of this theme is justified because it is not widely addressed in textbooks, despite its relevance to ecological studies. Therefore, this didactic sequence proposes to combine the display of a video and the reading of a text of scientific dissemination on the mutualistic relationship between plants and fungi and the interconnection of forest ecosystems. The reading of the text and the display of the video are interspersed with activities that combine moments of theoretical exposition, application of questionnaires, group discussions and construction of conceptual maps, alternating moments of protagonism of the student and the teacher. The combination of these didactic strategies, according to a bibliographic review, is also effective in promoting scientific literacy and in meeting the skills and competences proposed by the National Common Curricular Base.

Keywords: Scientific Literacy; Science Dissemination, Fungi, Plants

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Estrutura da sequência didática proposta	25
Figura 2 Mapa conceitual, criado no programa “C-maps” Ihmc relacionando os temas apresentados pelo vídeo e texto de divulgação científica	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Atividades propostas e tempos médios de execução	25
--	-----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVO.....	14
	2.1 Objetivo geral.	14
	2.2 Objetivo específico.....	14
3	JUSTIFICATIVA.....	15
4	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	16
	4.1 O Reino Fungi.....	16
	4.2 Relações simbióticas dos fungos com as plantas.....	16
	4.3 O Reino Fungi na Base Nacional Comum Curricular.....	18
	4.4 Alfabetização científica.....	19
	4.5 O uso de textos de divulgação científica no ensino	20
5	PRESSUPOSTO METODOLÓGICO	24
6	APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA	26
	6.1 Provocação inicial.....	26
	6.2 Assistindo ao vídeo de divulgação científica	26
	6.3 Roda de discussão: plantas pensam e agem com intenção.	27
	6.4 Leitura do texto.....	28
	6.5 Aula expositiva sobre fungos e relações ecológicas.....	29
	6.6 Mapas conceituais e avaliação.....	29
7	RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO.....	32
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE A	47
	APÊNDICE B.....	53

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade é uma área de estudo extremamente relevante na biologia e por esse motivo esse tema ocupa uma importante parte do currículo do ensino básico. Entretanto, nem todos os grupos de seres vivos recebem a mesma notoriedade e nem despertam o mesmo interesse nos alunos.

O reino Fungi, apesar de ser um dos grupos taxonômicos mais diversos, é um tema tratado com frequência de maneira superficial e descontextualizada nos materiais didáticos (SILVA, 2009), que mantém uma abordagem puramente conceitual, ecologicamente limitada e pouco estimulante sobre esses seres vivos. Tal proposta se reflete na notável ausência de menção explícita a esse grupo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ainda em fase de implementação, tanto para os anos finais do Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio.

É possível entender, então, que os alunos não tenham uma aprendizagem consistente sobre a diversidade do Reino Fungi, suas interações com o ecossistema e de como a sua existência é fundamental para o equilíbrio do ambiente, em particular, pelas suas interações com as plantas.

Para Peter Wohlleben (2017), as árvores são seres sociáveis, que buscam cooperar entre si para potencializar suas chances de sobrevivência. Para tal, se “comunicam” por meio de redes subterrâneas de fungos micorrízicos, que promovem a troca de informações, via sinais químicos, e nutrientes. Dessa forma, entendemos que os ecossistemas florestais são formados por seres vivos integrados e não organismos individuais (COURTY *et al.*, 2010; KLEIN; SIEGWOLF; KORNER, 2016; SIMARD JONES; DURALL, 2003).

Considerando-se isto, esta monografia apresenta uma proposta de sequência didática que utiliza leitura e interpretação de vídeo e texto de divulgação científica, para abordar as interações ecológicas entre os fungos e as plantas.

A interação dos alunos com estes materiais de divulgação científica os familiariza com alguns aspectos da metodologia científica e pode promover discussões que levarão à contextualização do que é abordado nas aulas e à promoção da alfabetização científica, fundamental para a formação cidadã dos estudantes (SANTOS, 2007).

Na sociedade atual, em meio à exposição de todos nós a uma grande quantidade de informação, é fundamental que a interpretação de texto e a escrita sejam trabalhados na escola

em contextos diversos e em todas as disciplinas curriculares, e não somente nas aulas de português.

Portanto, este trabalho também estabelece estratégias metodológicas que sirvam de instrumento para os professores auxiliarem a compreensão de textos e vídeos informativos de divulgação científica pelos seus alunos. Essa proposta é voltada para o Ensino Médio, sendo coerente com as competências e habilidades apresentadas BNCC e alterna momentos de maior protagonismo do aluno e do professor.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Propor uma sequência didática a partir de materiais de divulgação científica para trabalhar temas relacionados ao Reino Fungi.

2.2 Objetivos Específicos

- Integrar o uso de diferentes estratégias didáticas (leitura de texto, discussões em grupo e construção de mapas conceituais) que priorizem a participação ativa dos alunos;
- Estimular a compreensão leitora dos alunos a partir da leitura de textos de divulgação científica e contribuir com o processo de alfabetização científica;
- Apresentar aos estudantes aspectos referentes às interações ecológicas entre fungos e plantas que são abordados de maneira superficial nos livros didáticos;
- Propor uma estratégia capaz de atender ao desenvolvimento de habilidades e competências previstas na BNCC do Ensino Médio (Competência específica 1 – habilidade 5; Competência específica 2 – habilidade 2 e Competência específica 3 – habilidade 3);

3 JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema justifica-se por ele ser superficialmente abordado nos livros didáticos, apesar de sua relevância para os estudos ecológicos, e sendo assim, possivelmente os alunos não tomariam conhecimento dele senão pelos materiais de divulgação científica.

Com exceção da sua imagem enquanto parasitas e decompositores, os fungos são organismos que recebem comumente, uma abordagem superficial nos livros didáticos.

A leitura das unidades temáticas correspondentes aos estudos sobre os reinos Plantae, Fungi e relações ecológicas de alguns livros do PNLD 2018 nos mostra que a abordagem do tema “Micorriza” é, notadamente, pontual e rasa. Além disso, os mecanismos de troca de “informação” entre plantas são ignorados (AMABIS; MARTHO, 2016; FAVARETTO, 2016; LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2016; LOPES; ROSSO, 2016; MENDONÇA, 2016; OGO; GODOY, 2016).

A exemplo do que Wandersee e Schussler (2002) definiram como cegueira botânica (pouco entendimento sobre a importância das plantas no ecossistema e na vida dos humanos, assim como a ideia de inferioridade quando comparadas aos animais), podemos dizer que existe uma “cegueira micológica”, onde o papel dos fungos na dinâmica ecológica e no nosso cotidiano é ignorado ou subestimado. Para combater a apatia com a qual os alunos vêm os fungos, busca-se, neste trabalho, representar esta relação sob uma nova perspectiva.

Os materiais de divulgação científica escolhidos para atingir os objetivos mostram as micorrizas como uma relação ecológica mutualística entre indivíduos do Reino Fungi e Plantae, que cooperam via transferência de nutrientes e se comunicam através da troca de informações via sinais químicos.

Essa proposta também se apoia na necessidade de atendimento ao desenvolvimento de habilidades e competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio. Este documento ressalta a importância da apropriação da linguagem científica em diferentes contextos, não só para que o aluno compreenda e reflita sobre o assunto, mas também para que o aluno possa comunicar o seu conhecimento para públicos diversos.

Para viabilizar isso, esta sequência didática apresenta estratégias para facilitar a interação dos alunos com os materiais de divulgação científica, tanto em vídeo como em texto, integrando metodologias mais ativas com metodologias tradicionais, para desta forma, contribuir com sua alfabetização científica.

4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

4.1. O reino Fungi

Os fungos são um grupo com grande biodiversidade, com cerca de cem mil espécies descritas e um número muitas vezes maior de espécies ainda “esperando” para serem descobertas e estudadas (MADIGAN *et al*, 2016, RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

Originalmente comparados às plantas, por serem sésseis e terem estruturas que lembram órgãos vegetais, os fungos são classificados atualmente em seu próprio grupo taxonômico, que conhecemos como Reino Fungi (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014), e de forma surpreendente, possuem uma relação filogenética mais próxima dos animais do que com as plantas (MADIGAN *et al*, 2016).

Os fungos ocupam uma grande variedade de habitats, desde os meios aquáticos, principalmente água doce, até o meio terrestre, onde encontramos a maior biodiversidade do grupo. Há também os parasitas, que infectam plantas e animais (MADIGAN *et al*, 2016).

Uma das mais relevantes atividades desempenhadas pelos fungos é a decomposição de matéria orgânica do ambiente, utilizando seus compostos de carbono para obtenção de energia e liberando CO₂ na respiração celular. (MADIGAN *et al*, 2016). Dessa forma, participam do ciclo do carbono e são, portanto, fundamentais para a reciclagem de matéria orgânica nas cadeias tróficas, assim como as bactérias (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

A maioria dos fungos é pluricelular, formando hifas filamentosas como os cogumelos, bolores, micorrizas, mofos, entre outros. Esses filamentos, formados por células alinhadas, permitem uma maior superfície de contato com o ambiente, facilitando a absorção de nutrientes (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014). O conjunto de várias hifas é chamado de micélio (MADIGAN *et al*, 2016). Existem também fungos unicelulares como leveduras (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

4.2. Relações simbióticas dos fungos com as plantas

Os fungos também podem estabelecer importantes relações simbióticas com as raízes de plantas: as *micorrizas*. Este termo pode ser traduzido como “raiz de fungo” (DEACON, 2006). Esse nome está relacionado ao fato de que os fungos associados às raízes vegetais

permitem uma maior absorção de água e nutrientes pelas plantas, como fósforo e nitrogênio, devido ao aumento da superfície de contato radicular com o solo. Em troca, o fungo recebe açúcares gerados pela fotossíntese, através dessas mesmas raízes (MADIGAN *et al*, 2016).

As micorrizas ocorrem em algumas briófitas e diversas pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Estima-se que por volta de 80% das plantas estabeleçam esse tipo de relação simbiótica com as micorrizas arbusculares (DEACON, 2006).

Existem quatro tipos de micorrizas, segundo Deacon (2006), sendo as ectomicorrizas e endomicorrizas as mais importantes de se conhecer devido a sua maior diversidade. No primeiro tipo, as hifas do fungo ficam muito próximas às células da raiz da planta, havendo pouca penetração no tecido (DEACON, 2006; MADIGAN *et al*, 2016). No segundo tipo, as hifas fúngicas entranham-se por entre o tecido radicular, formando ramificações, sendo assim também conhecida como micorriza arbuscular (DEACON, 2006; MADIGAN *et al*, 2016).

Além de potencializar a absorção de nutrientes pelas plantas, as micorrizas permitem um interessante mecanismo de comunicação entre as plantas. As hifas micorrízicas podem colonizar não só as raízes de uma árvore, como também outras espécies vegetais que crescem na proximidade. Dessa forma, pode-se dizer que as hifas formam uma grande “rede” que interconecta diversos hospedeiros de uma região, de forma bidirecional, podendo estes serem vegetais vasculares da mesma espécie ou não (COURTY *et al.*, 2010; KLEIN *et al*, 2016; SIMARD; JONES; DURALL, 2003).

Estes autores apontam ainda vários estudos de campo e de laboratório evidenciam a troca de nutrientes como carbono, fósforo e nitrogênio entre plantas hospedeiras ligadas às hifas. É perceptível que múltiplos fatores controlam essa troca, como por exemplo, as demandas por nutrientes das plantas e do fungo simbiote, além de fatores ambientais (SIMARD; JONES; DURALL, 2003).

Também pode ocorrer a transferência de nutrientes de plantas que já estão morrendo para as “vizinhas” saudáveis ligadas a rede de hifas (SIMARD; JONES; DURALL, 2003). Klein e colaboradores (2016) ressaltam que a transferência de nutrientes via micorriza tem um importante papel no equilíbrio ecológico de árvores em condições ambientais críticas.

Segundo Tahat e Sijan (2012), plantas colonizadas por micorrizas tem menos chance de serem afetadas por vários tipos de doenças, pois alguns metabólitos de fungos podem interferir no desenvolvimento de microrganismos patógenos e favorecer microrganismos benéficos.

Esse vínculo entre plantas e fungos está estabelecido há muito tempo - entre 400 e 460 milhões de anos, segundo Madigan e colaboradores (2016), - e acredita-se que tenha sido fundamental para a conquista do meio terrestre pelos vegetais, dada a importância que esta associação tem na potencialização da absorção de nutrientes e água (DEACON, 2006). Estudos apontam que quanto mais diversa a microbiota micorrízica, mais diversa é também a flora local (MADIGAN *et al.*, 2016).

Segundo Braghirolli (2012), as micorrizas arbusculares são essenciais na subsistência das plantas vasculares, pois incrementam a absorção de nutrientes. Dessa forma, é favorecido o aumento da biomassa vegetal nas espécies arbóreas, e por consequência, a fixação de compostos de carbono no corpo do vegetal devido ao seu crescimento aéreo e radicular.

Os açúcares sintetizados na fotossíntese são compartilhados através das raízes com os fungos micorrízicos, sendo assim, são uma via de entrada de carbono no solo, formando cerca de 20% a 30% da matéria orgânica microbiana (LEAKE *et al.*, 2004). Portanto, entende-se que os fungos micorrízicos arbusculares possuem uma grande importância na fixação de carbono no solo e na biomassa vegetal.

4.3. O reino Fungi na Base Nacional Comum Curricular

Apesar de não ser mencionado diretamente na BNCC do Ensino Médio (BRASIL, 2017), o reino Fungi pode ser abordado em diversas habilidades previstas para o Ensino Médio, de maneira associada com as plantas e com o ciclo do carbono.

Na “Competência específica 1” o documento prevê, resumidamente, que o estudante compreenda os fluxos de matéria e energia dentro de sistemas naturais e tecnológicos (BRASIL, 2017). A “Habilidade 5” considera que o aluno deve ser capaz de:

Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. (BRASIL, 2017, p.541)

Os fungos são essenciais na ciclagem de matéria e energia nos sistemas ecológicos e na biodisponibilização de nutrientes para os vegetais, por sua atividade como decompositores. As plantas, por sua vez, são responsáveis pela fixação do carbono em moléculas orgânicas através do processo de fotossíntese. Neste ponto, como mencionado anteriormente, as micorrizas

possuem papel fundamental ao ampliar o acesso das plantas aos nutrientes, ao mesmo tempo em que absorvem parte do carbono sintetizado, desta forma, também impactando no ciclo do carbono.

Na “Competência específica 2” a BNCC propõe que o aluno realize estudos sobre a biodiversidade, sua organização e suas relações entre si e com o meio abiótico (BRASIL, 2017).

Na “Habilidade 2” está previsto que eles saibam:

Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas (BRASIL, 2017, p.543).

Os fungos inserem-se aqui em estudos de taxonomia, forma, fisiologia e interações ecológicas de maneira geral.

Na “Competência específica 3”, o currículo mínimo nacional indica que o aluno deve buscar no conhecimento científico soluções para conflitos do seu cotidiano, divulgando seus resultados para a comunidade (BRASIL, 2017). Na “Habilidade 3” o aluno deve ser capaz de:

Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2017, p.545).

A leitura de textos de divulgação científica é apresentada como uma estratégia para permitir que o estudante contextualize as informações vistas na aula sobre esse tema ou que possa ampliar seu conhecimento, indo além do que está disponível no livro didático.

4.4. Alfabetização científica

Segundo Chassot (2003), alfabetização científica é processo de ensino para a compreensão da “linguagem em que está escrita a natureza”, nas palavras do próprio autor. Isto é, uma pessoa alfabetizada cientificamente se apropria dos métodos científicos, entende como eles funcionam para descrever o mundo natural e também como tais conhecimentos se fazem presentes no nosso cotidiano. Isto os habilita a agir de forma crítica e autônoma, pensando de que maneira a ciência impacta a nossa sociedade e cultura contemporâneas, permitindo assim, a compreensão de como podemos utilizar este conhecimento para melhorarmos nossa qualidade

de vida, saúde e bem-estar. Neste sentido, a alfabetização científica tem os mesmos objetivos da alfabetização de maneira geral (SANTOS, 2007).

As definições de Chassot (2003) e Santos (2007), reverberam no relatório preliminar do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) 2018. O PISA define essa alfabetização científica como a capacidade dos estudantes de fornecer explicações sobre fenômenos naturais dentro da perspectiva da ciência, aplicando hipóteses e modelos, conceber experimentos científicos e questionamentos e analisar os dados obtidos criticamente e racionalmente. Os resultados da proficiência dos alunos em Ciências da Natureza apresentaram estagnação nas últimas avaliações (2009, 2012, 2015 e 2018), o que indica a necessidade de aprimoramento da aprendizagem (INEP, 2019).

Norris e Phillips (2003) destacam que o texto escrito é a principal forma de comunicação científica, dessa forma, saber ler e compreender esse tipo de texto é fundamental para a educação em ciências e biologia. Também ressaltam a importância da interpretação de gráficos, tabelas, mapas, diagramas, entre outros, para o correto entendimento do texto.

Por outro lado, a leitura deve ir além da simples compreensão do conteúdo científico do texto, mas instigar o questionamento sobre as evidências científicas apresentadas, as limitações e intenções dos autores, entre outras (NORRIS; PHILLIPS, 2003). Assim, a alfabetização científica não deve apresentar a ciência como geradora de respostas absolutas, mas como uma atividade humana, não-neutra, que está contextualizada e pode possuir limitações (AULER, 2003).

A revisão bibliográfica feita por Santos (2007) mostra que a alfabetização científica é mais do que simplesmente a compreensão da terminologia científica, mas o reconhecimento da educação científica como indispensável para o exercício pleno da cidadania na sociedade moderna.

4.5 O uso de textos de divulgação científica no ensino

Atualmente, muitas publicações (ALMEIDA, 2017; BATISTELE; DINIZ; OLIVEIRA, 2018; LADIM JÚNIOR, 2016; LIMA, 2016; MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004; PERTICARRARI *et al.*, 2010; ROCHA, 2010; ROCHA; NIGRO; TRIVELLATO, 2010; e TERRAZAN; GABANA, 2003) têm apresentado textos de divulgação científica (TDC) como

uma ferramenta para trabalhar diversos temas em sala de aula, complementando o livro didático (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

Segundo Zamboni (2001), esse tipo de texto está direcionado a leitores que não pertencem ao meio científico, mas têm interesse em determinado tema investigado pela ciência. Por esse tipo de leitor não dominar os termos técnicos e especializados característicos dos textos científicos, os TDC devem trazer uma linguagem mais próxima do cotidiano, que de certa forma, é um meio termo entre o indivíduo cientista e o leigo.

Segundo Vieira (2007), um texto de divulgação científica deve proporcionar uma leitura atrativa, que estimule o leitor a ir até o final do texto. As características de um texto de divulgação científica consistem em uma linguagem mais acessível ao público leigo, onde são evitados os termos técnicos. Para isso, evita-se um texto muito longo e formal, dando-se preferência à uma linguagem descomplicada e recorrendo-se às analogias para explicar os conceitos mais difíceis. As analogias são recursos usados com frequência para aproximar uma ideia científica mais abstrata do cotidiano do leitor (VIEIRA, 2007).

Em geral, muitos TDC possuem uma linguagem informal e apresentam o conteúdo de forma bem humorada, que torna o texto mais simples de se ler, mas sem prejudicar a compreensão do assunto. A utilização de “*boxes*” e glossários também podem ajudar no esclarecimento de conceitos mais complicados. Um texto de divulgação bem escrito sempre possui os conceitos científicos bem explicados, sem ser prolixo. No caso de temas mais controversos, é importante apresentar mais de um ponto de vista (VIEIRA, 2007).

É importante destacar que cada veículo de divulgação científica pode possuir características próprias no que se refere a linguagem e ao público ao qual direciona seu discurso, podendo demandar um maior ou menor conhecimento prévio sobre o assunto (ROCHA; VARGAS, 2015).

Assim, os TDC podem contribuir muito nas aulas de biologia por prover contexto aos conceitos científicos apresentados. Como mostra o levantamento bibliográfico realizado por Ferreira e Queiroz (2012), a leitura dos TDC em sala de aula favorece o aprendizado de conceitos e pode modificar as concepções prévias dos alunos sobre determinado tema.

Para Norris e Phillips (2003), o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto do texto pode influenciar a forma como eles compreendem o que está escrito. Esta visão é coerente com a Teoria da Aprendizagem Significativa, definida como um processo de interação ativa, onde,

o que o estudante já sabe funciona como uma “âncora” para a informação nova. Este processo ocorre de forma particular em cada indivíduo (AUSUBEL, 2003). Dessa forma, na aprendizagem significativa, o indivíduo pode reescrever mentalmente os conceitos, conciliando ideias prévias e novas.

Para alcançar a aprendizagem significativa, devemos estabelecer metodologias que permitam aos alunos atingirem o objetivo almejado (MORAN, 2015). Como aponta este mesmo autor, se queremos estimular a iniciativa, originalidade e engenhosidade, é preciso pensar em atividades didáticas que estimulem a evolução dessas características nos alunos. Além disso, o ensino de ciências pode desenvolver no aluno habilidades atitudinais como a aptidão para o trabalho, a cooperação e a discussão em grupo, podendo proporcionar mudanças na postura enquanto pessoa (SEGURA; KALHIL, 2015).

Segundo Solé (2014) a leitura é uma habilidade fundamental para a construção de um cidadão autônomo, cuja falta de domínio pode causar grande prejuízo às pessoas e, assim sendo, é dever da Escola garantir seu aprendizado. Geralmente, a aula de ciências e biologia não é considerada como um espaço para, além de aprender conteúdos científicos, também aprender a ler (FERREIRA; QUEIROZ, 2012). A leitura de uma obra escrita exige um pensamento crítico, independente, pois um mesmo texto pode ser interpretado de várias maneiras diferentes. Mas, o que parece uma desvantagem é na verdade uma grande oportunidade para a promoção de um aprendizado significativo (CORREIA *et al.*, 2017; ESPINOZA, 2010).

Solé (2014) afirma que a leitura na escola é com frequência apenas uma atividade de decodificação, como por exemplo, a extração de informações para responder a um questionário. Entretanto, compreender um texto envolve muitas outras estratégias como o resgate dos conhecimentos anteriores que serão alicerce para os novos, levantamento de hipóteses e questionamentos, síntese de ideias, entre outros. A mesma ideia nos é apresentada por Freire (2011) quando afirma que o ensino “mecanizado”, sem estímulo ao pensamento crítico, é incapaz de permitir que se estabeleçam conexões entre o que se lê a realidade que se vive. A leitura crítica deve instigar e desafiar.

Para Ana Espinoza (2010) somente ler textos sobre ciências e biologia não garante nenhum aprendizado. É preciso que esse texto esteja inserido em uma sequência didática, que pode envolver diversos tipos de atividades, para que exista um contexto que permita aos alunos ter interesse sobre o assunto que vai ser estudado. Do contrário, a leitura do texto não passará de uma atividade do tipo “cópia e cola”, centrada na busca por respostas a perguntas pré-

estabelecidas pelo professor, nas quais o aluno pode não encontrar propósito (ESPINOZA, 2010).

Segundo Ferreira e Queiroz (2012), existem diversas estratégias relacionadas ao uso dos TDC nos trabalhos científicos publicados sobre essa temática, como a associação dessa leitura à formulação de questões, produção de textos, debates com os colegas, solução de situações-problema e resposta a questionários.

Moss e Loh (2012) reconhecem a importância de existirem atividades “pré-leitura”, “durante a leitura” e “pós-leitura”, para que o aluno realmente desenvolva suas habilidades como um leitor e escritor crítico. Ferreira e Queiroz (2012) ressaltam que poucos trabalhos que apresentam propostas de uso dos TDC no ensino abordam os três tipos de atividades nas suas sequências didáticas, o que pode dificultar a aquisição das habilidades relacionadas e também a avaliação da evolução pedagógica do aluno pelo professor.

Para Solé (2014) a leitura é uma relação entre o texto e o leitor que adquire significado à medida que interage com a bagagem de conhecimentos que o leitor possui. Espinoza (2010) também ratifica esta ideia quando afirma que “o significado de um texto não está no papel”. A compreensão do texto depende, portanto, dessa relação com o leitor, onde o professor atua como um mediador. Ferreira e Queiroz (2012) afirmam que muitos alunos apresentam dificuldades para compreender os textos de ciências e biologia por não estarem habituados à leitura. Propor perguntas reflexivas ou problematizações antes da leitura do TDC permitem que o leitor crie expectativas acerca do que é a ideia principal do texto e então se aproxime mais do objetivo de aprendizado da unidade temática (SOLÉ, 2014).

5 PRESSUPOSTO METODOLÓGICO

Sequências didáticas são atividades ordenadas, com o objetivo de conduzir o aluno a uma informação nova, que se inicia pela apresentação do tema, seguida de uma primeira produção, que irá mostrar os conhecimentos prévios do aluno. As produções seguintes criam condições para a adição de novos conceitos aos conhecimentos prévios, fazendo com que eles se reestruturem. A sequência é finalizada por uma tarefa, onde o aluno sintetiza os novos conceitos adquiridos e os reestruturados ao longo da sequência didática (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004).

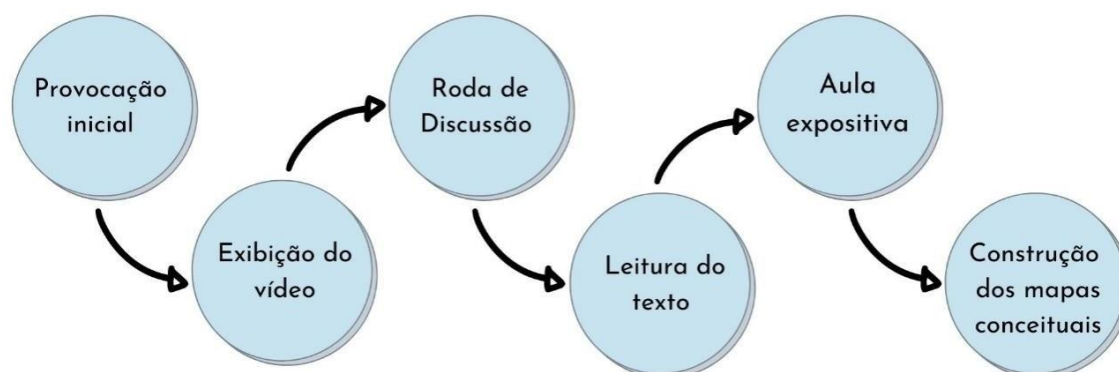
Esta monografia apresenta uma proposta de sequência didática centrada na exibição de um vídeo e na leitura de um texto de divulgação científica e acompanha atividades que visam estimular a capacidade de interpretação e correlação de informações de diferentes fontes.

A proposta tem a duração de uma aula, com três tempos de 50 minutos, totalizando 150 minutos para cada aula. É possível adaptar esta sequência para mais ou menos tempos de aula, dependendo da forma como se apresenta o currículo de cada escola e das necessidades e interesses de cada professor e turma.

É possível ministra-la em diversos momentos dentro da Unidade Temática relacionada aos estudos ecológicos. Recomenda-se sua aplicação nas aulas de relações ecológicas ou nas sobre os Reinos Fungi e Plantae, pelo seu potencial de conectar estes dois assuntos, e desta forma, mostrar que todos esses conteúdos estão interligados.

No Apêndice A, está disponível um roteiro com as atividades e textos direcionados para os alunos e no Apêndice B estão descritas as orientações para aplicação da sequência didática. A Figura 1 mostra a organização da sequência didática em seis partes: (I) provocação inicial; (II) Exibição do vídeo; (III) Roda de discussão; (IV) Leitura do texto e (V) Aula expositiva e (VI) Construção de mapas conceituais.

Figura 1: Estrutura da sequência didática proposta



Fonte: A autora (2020)

O quadro 1 resume as atividades propostas e o tempo médio sugerido para sua execução. Os tempos podem variar de acordo com a vivência de cada turma e de cada professor, considerando o tempo de aula disponível no planejamento e o interesse de ambas as partes no aprofundamento da temática.

Quadro 1 – Atividades propostas e tempos médios de execução

Tempo	Atividades
10 minutos	I) Provocação inicial.
15 minutos	II) Exibição do vídeo e atividades relacionadas.
25 minutos	III) Roda de discussão.
25 minutos	IV) Leitura do texto e atividades relacionadas.
35 minutos	V) Aula expositiva.
40 minutos	VI) Construção de mapas conceituais.

Fonte: A autora (2020)

6 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

6.1 Provocação inicial

Antes de abordar o assunto, é importante levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Para isso, se propõe que os alunos, inicialmente, sejam apresentados à afirmativa “É possível que árvores se comuniquem e/ou colaborarem umas com as outras” e a julguem em verdadeira ou falsa. Após a análise da afirmativa, é importante que os alunos compartilhem suas repostas com a turma e comentem no que se baseou seu julgamento. Para tornar esta etapa mais ágil, os alunos podem responder a essa pergunta de forma escrita como apresentado no questionário disponibilizado no Apêndice A.

Essa atividade pode ser feita em grupo ou individualmente, de acordo com o que for mais conveniente para a turma. É de extrema importância deixar claro aos alunos que eles devem retratar o que realmente pensam, e não necessariamente o que acreditam ser a resposta que o professor espera. Ao final, não é necessário apresentar aos alunos uma resposta correta ou gabarito aqui, apenas permitir que eles exponham o que pensam. Estas repostas serão retomadas no momento da autoavaliação.

6.2 Assistindo ao vídeo de divulgação científica

Em seguida, os alunos devem ser convidados a assistir ao vídeo “Como árvores conversam entre si por uma rede subterrânea” (BBC NEWS BRASIL, 2018) produzido pela BBC News Brasil e disponibilizado no canal, de mesmo nome, no *YouTube* (<https://www.youtube.com/watch?v=UirW2aBP-PY>).

O vídeo apresenta de maneira resumida como as árvores interagem entre si através de redes de fungos, trocando nutrientes e informações sobre predadores, semelhante ao funcionamento de uma rede de internet, com vários organismos interagindo. O vídeo também mostra como o sistema pode ser “hackeado” por outras plantas oportunistas, e finaliza mostrando como a paisagem que vemos pode esconder mais do que conseguimos ver.

Após assistir ao vídeo, os alunos devem responder a três perguntas, sendo elas:

- O vídeo começa afirmando que “As árvores parecem solitárias, mas a terra embaixo delas mostra que não é bem assim”. O que isso quer dizer?

- Por que o autor compara os fungos e a internet?
- Após ver o vídeo, reflita sobre sua resposta à provocação inicial. Você mudaria sua resposta?

Espera-se que o aluno possa perceber que a troca de água e nutrientes entre as árvores acontece através de uma rede subterrânea de raízes e fungos que envolve vários indivíduos, semelhante a troca de informações que ocorre na internet. A terceira pergunta objetiva gerar reflexões sobre a resposta que foi fornecida à provocação inicial, permitindo assim uma autoavaliação.

6.3 Roda de discussão: plantas pensam e agem com intenção?

Em seguida, será feita uma roda de discussão na qual, o professor deverá dirigir perguntas à toda a turma e estimular os alunos a respondê-las oralmente. Nessa atividade é importante que seja explicado dialogicamente o uso de expressões como “Elas secretamente falam, negociam e brigam entre si” (expressão que aparece no vídeo aos 0 minutos e 10 segundos), mostrando assim aos alunos que isso não significa que as plantas tenham intenções. O mediador da atividade deve falar brevemente aos alunos que as plantas não agem com premeditação ou vontade, mas respondem a estímulos químicos que recebem do ambiente.

A cooperação entre organismos vivos pode aumentar as chances de sobrevivência e reprodução dos envolvidos e, dessa forma, ser favorecida pela seleção natural (MARGULIS, 2001). A explicação pode ser mais aprofundada se os alunos já tiverem estudado sobre o tema Evolução. É relevante adequar essa etapa ao nível de conhecimento dos alunos.

Se eles nunca tiverem tido contado com o tema Evolução, convém aproveitar este momento para explicar brevemente que as árvores que cooperam, neste caso, têm mais chance de sobreviver e deixar descendentes. Apesar da ênfase que a ciência dá à competição para a promoção da seleção natural, a colaboração entre os seres vivos também promove a evolução e o surgimento de novas espécies (MARGULIS, 2001).

Finalizando essa parte, o professor deverá questionar os alunos o motivo pelo qual eles acreditam que os autores do vídeo tenham escolhido usar esse tipo de expressão, mesmo que ela não seja literal. O professor deve explicar que essa é uma estratégia para tornar o assunto mais inteligível para os leitores que não são especialistas no tema.

6.4 Leitura do texto

Em seguida, será feita a leitura do texto “Plantas se comunicam e ‘brigam’ usando ‘internet dos fungos’”, publicado pela BBC Earth (Apêndice A).

O texto reforça algumas das informações já vistas no vídeo, e acrescenta informações novas. Deve estar claro para o aluno que o objetivo da leitura é ampliar o conhecimento sobre o tema que foi visto no vídeo.

Neste texto é feita a descrição de como os fungos utilizam sua “rede” de micélios para estabelecer relações simbióticas com as plantas que crescem ao seu redor e também com plantas mais distantes. O autor traz a fala de alguns especialistas no tema, que discorrem sobre a troca de nutrientes entre plantas utilizando os fungos micorrízicos. É também comentado como este recurso pode ser utilizado para liberação de toxinas com o objetivo de competir com espécies rivais.

A primeira tarefa a ser realizada após a leitura é a sumarização de algumas características importantes para a compreensão do texto. Nessa atividade, se propõe apresentar aos alunos um quadro no qual esses deverão informar quais são as ideias defendidas pelo autor, quais informações ele utiliza para sustentar o que está afirmando e a que conclusões ele chega (Apêndice A).

Além disso, é importante que se faça a identificação dos pontos em comum presentes entre o texto e o vídeo que foi assistido.

Finalmente, os alunos buscarão identificar trechos no qual se destacam as características que tornam esse texto pertencente ao gênero divulgação científica sendo elas:

- A existência de analogias;
- A presença de referências à cultura “pop”
- A representação da ciência como uma construção coletiva, onde existe a participação de vários indivíduos;
- O destaque à construção gradual do conhecimento, que não implica em um “ponto final” no assunto;
- A informação é apresentada com a corroboração de cientistas que tem autoridade sobre o tema;
- A possibilidade de revisão dos conceitos científicos ao longo do tempo;

Tais características foram estabelecidas considerando-se os critérios de “cientificidade, laicidade e didaticidade” apresentados por Zamboni (2001).

Este material deverá ser corrigido em sala de aula. Nesta correção, o professor deve apresentar aos alunos algumas características do gênero textual divulgação científica. Os alunos devem tomar conhecimento que este é um gênero textual onde um jornalista ou um cientista explica um assunto relacionado à Ciência de forma mais simples e atrativa. Nesses textos, cientistas, especialistas no tema tratado, aparecem como figuras de autoridade que trazem confiança para a informação veiculada (CUNHA; GIORDAN, 2009).

É importante destacar que os autores recorrem às analogias e comparações para explicar os conceitos mais difíceis. Os textos de divulgação científica apresentam elementos de humor e informalidade (VIEIRA, 2007), como contextualizações na cultura “pop” (filmes, desenhos quadrinhos), que trazem leveza ao texto, mas sem que isso prejudique a compreensão do assunto.

Também é relevante mostrar aos alunos algumas mídias recomendadas, além das que já foram utilizadas neste trabalho, com as publicações da *Scientific American* Brasil, “Ciência Hoje”, “Revista Pesquisa Fapesp”, “Galileu”, “Ciência Usp”, “In vivo” da Fiocruz, entre outros.

6.5 Aula expositiva sobre fungos e relações ecológicas

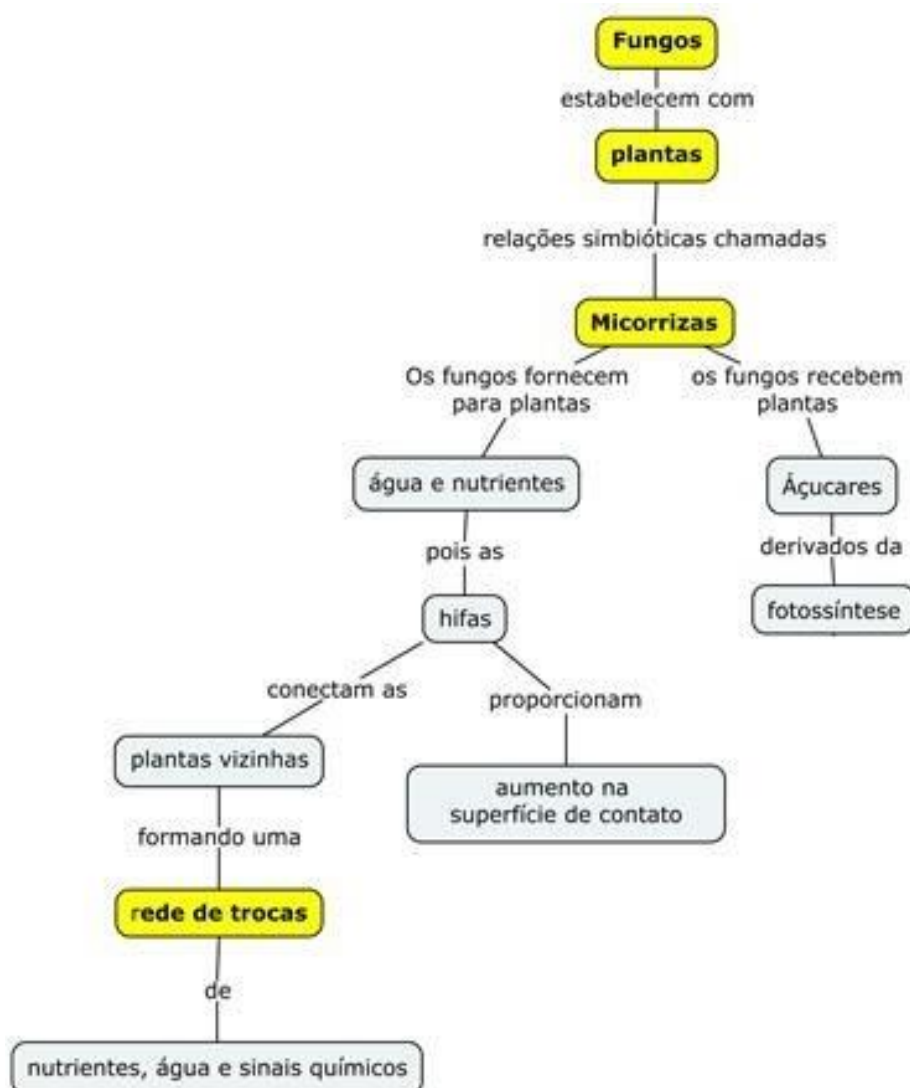
No momento seguinte, os alunos devem assistir a uma aula expositiva que retoma as informações mais importantes presentes no texto e as correlaciona com os conteúdos curriculares previstos. O professor pode tratar sobre a estrutura básica do fungo, como hifas, micélios e corpo de frutificação e revisar relações ecológicas mencionadas no texto, como simbiose, competição, amensalismo, parasitismo e cooperação.

6.6 Mapas conceituais e avaliação

Finalizadas as atividades, recomenda-se que o professor discuta com os alunos sobre a elaboração de mapas conceituais e instrua-os na construção de um mapa sobre o texto e o vídeo, levando em conta, principalmente, o mutualismo dos fungos micorrízicos com as árvores. Isto pode ser feito à mão, com o uso de fitas auto colantes (“Post it’s”) ou ainda, utilizando-se a ferramenta digital gratuita “C-maps” IHMC (Flórida, EUA).

O mapa conceitual não possui um padrão, podendo ter formatos e combinações de palavras diferentes. O importante é verificar se as associações fazem sentido. Deve se solicitar aos alunos que escolham 4 palavras-chave que considerem que resumem o tema e, a partir dessas, construir seu mapa conceitual. O professor avaliará qualitativamente os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos, que serão entregues ao final da aula. Isto é, não é objetivo dessa avaliação atribuir uma nota numérica, classificatória para o aluno. O objetivo dessa avaliação é perceber se o aluno foi capaz de estabelecer relações conceituais coerentes e, se houver problemas, determinar quais conceitos precisam ser revistos nas próximas aulas.

Figura 2: Mapa conceitual, criado no programa “C-maps” Ihmc relacionando os temas apresentados pelo vídeo e texto de divulgação científica



A Figura 2 representa uma das possibilidades de mapa conceitual para o tema abordado. Uma das leituras possíveis para esse, pode ser a seguinte: Os fungos estabelecem com as plantas relações de simbiose chamadas micorrizas. Nessa relação os fungos recebem açúcares da fotossíntese e em troca oferecem para a planta água e nutrientes, pois as hifas fúngicas proporcionam uma maior superfície de contato. As hifas fúngicas podem conectar as plantas umas às outras, formando uma rede de trocas de nutrientes, água e sinais químicos.

7 RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

Esta monografia tem como seu principal objetivo apresentar uma proposta de aula com a utilização de materiais de divulgação científica, intercalando metodologias ativas e aulas expositivas. Existem múltiplas formas de se trabalhar estes materiais na sala de aula. A estratégia escolhida, dependerá do objetivo do professor (MARTINS; NASCIMENTO; ABREU, 2004). Esta abordagem, é claro, deve ser ajustada à realidade da sala de aula onde será aplicada. Cabe ao professor identificar quais são as limitações dos seus alunos e fazer os ajustes necessários para que objetivo seja atendido, mediando as situações adversas que possam ocorrer e auxiliando os alunos na busca pelas informações solicitadas ao longo da aula.

Parte-se do pressuposto que a mistura de diferentes práticas durante a sequência didática apresentada pode ser mais adequada para os alunos que estão muito habituados às metodologias tradicionais de aula e ainda estão conhecendo as metodologias que demandam mais sua autonomia. Segundo Moran (2015) os professores também têm dificuldade de abandonar a sua posição de protagonismo e se sentem intimidados pelas metodologias ativas. Para contornar essa situação, a proposta de sequência didática está dividida em seis partes, onde professor e aluno alternam como personagens centrais da aula. A apresentação de atividades mais curtas tem a intenção de ajudar os alunos a manterem sua concentração, evitando a monotonia.

Existe grande desigualdade no acesso às tecnologias da informação por parte dos estudantes. A sequência didática proposta pode ser adaptada para que a aula seja realizada com ou sem o uso de recursos digitais, sendo possível para diversas realidades socioeconômicas.

Essa sequência didática apresenta os alunos à Divulgação Científica, não sendo necessário fazer um grande aprofundamento teórico sobre este gênero textual. Deve-se ressaltar a relevância que a publicação deste tipo de material tem para a formação cidadã, ao facilitar o acesso ao conhecimento e produções científicas.

Além disso, o material de divulgação científica, em geral, não é produzido pensando-se no ensino formal. Para ser utilizado como instrumento de ensino na sala de aula, ele deve ser adaptado pelo professor para que se encaixe em uma aula, ou sequência didática (LIMA, 2016).

Como afirmam Silva e Araújo (2018), as questões relacionadas à dificuldade na leitura e interpretação de textos causam grande preocupação nos educadores, devido a sua persistência dentre os alunos, inclusive aqueles já no final da sua trajetória escolar. Desta maneira, as estratégias para a construção de tais habilidades devem sempre ser revistas, e como manifesta

Almeida (2017) e Cassiani, Giraldi, Linsingen (2012), a leitura e interpretação de texto devem estar presentes em diversas disciplinas, incluindo ciências e biologia, com o objetivo de promover uma melhoria na proficiência leitora dos alunos.

Os livros didáticos possuem grande importância na sala de aula, sendo muitas vezes o principal recurso que o professor dispõe para estruturar sua aula (SILVA; ARAÚJO, 2018; TERRAZAN, GABANA, 2003) e como previamente apresentado, podem apresentar o reino Fungi de maneira incompleta.

Esta aula proposta, portanto, pretende preencher esta lacuna dos livros didáticos, que abordam esta relevante relação ecológica de forma superficial e não correlacionada com outros temas importantes do currículo. Além disso, frequentemente, os livros didáticos trazem exercícios que exploram somente a memorização e a busca por respostas que são copiadas diretamente do texto. Dessa forma, os alunos não são estimulados a buscar diferentes sentidos no texto, correlacionar com informações de outras fontes e nem o analisa criticamente (TERRAZAN; GABANA, 2003). Então, como colocado por Espinoza (2010) não haverá aprendizado na leitura do texto, mas apenas a execução de uma tarefa mecânica, sem estímulo à interpretação e crítica.

Os alunos, ao ler, devem realizar uma leitura ativa, levantando questionamentos, identificando os principais argumentos levantados no texto, percebendo as intenções do autor ao optar por um ou outro recurso linguístico, e traçando conexões e confrontos entre narrativas (ALMEIDA, 2017). Esta abordagem está adequada ao proposto pela “Habilidade 3” da “Competência específica 3” na BNCC, que propõe utilizar os TDCs como promotores da alfabetização científica.

Neste trabalho, assim como o realizado por Martins, Nascimento e Abreu (2004), o material de divulgação científica forma um eixo estruturante, de onde partem questionamentos aos alunos, propostas de discussão e aprofundamentos teóricos conduzidos pelo professor.

É proposto iniciar a aula utilizando-se uma das estratégias linguísticas da divulgação científica para “fisgar” o interlocutor: apresentar o tema com uma pergunta (VIEIRA, 2007). O objetivo da pergunta da provocação inicial (*“É possível árvores se comunicarem e/ou colaborarem umas com as outras?”*) é que os alunos mobilizem seus conhecimentos prévios e resgatem de sua memória algo sobre o tema que vai ser trabalhado. O comando seguinte permite que os alunos explorem um pouco da sua criatividade, sem escapar de uma explicação científica

coerente. No caso desta ser uma indagação completamente nova, os alunos poderão expor suas expectativas sobre o tema.

Terrazan e Gabana (2003) identificaram em sua metodologia que alguns alunos podem demonstrar resistência ao serem convidados a escrever respostas autorais e que não necessariamente possuem apenas uma resposta correta. Isto é devido ao fato de estarem muito habituados a metodologias que valorizam a memorização e a repetição, e dessa forma, a escrita autoral parece muito custosa.

O texto, ou vídeo, acompanhado de perguntas pode ajudar a estabelecer uma motivação para aquela leitura, evitando que ela fique vazia de sentidos (GIRALDI, 2010). Desta maneira, a atividade é acompanhada de algumas questões norteadoras que serão apresentadas antes, durante e ao final da atividade.

A “provocação inicial”, na parte I da sequência didática, pode ser considerada uma atividade “pré-textual”, pois é anterior à exibição do vídeo e à leitura do texto e objetiva antecipar ao aluno o assunto a ser trabalhado, mobilizando seus conceitos pregressos, convidando-os para começar a elaborar algumas hipóteses acerca do tema da aula e estimulando sua curiosidade (MOSS; LOH, 2012; SOLÉ, 2014). Essa estratégia é muito relevante para o estudo de textos científicos, pois torna possível que os estudantes confrontem ideias equivocadas sobre ciência advindas do senso comum (MOSS; LOH, 2012).

Algumas práticas, segundo Moss e Loh, (2012), devem acontecer no decorrer da leitura, para que os alunos tenham a oportunidade de desenvolver sua compreensão acerca dos materiais estudados, junto com o resgate das ideias levantadas nas atividades “pré-textuais”, que então, poderão ser modificadas ou confirmadas por eles na sua auto avaliação. As atividades correspondentes a esta etapa vão da “parte II” até a “parte VI” desta sequência didática.

A utilização do vídeo para a introdução do assunto é uma estratégia didática que permite a atração da atenção dos alunos, e com isto, diferentes tipos de linguagem (visual e escrita) podem ser correlacionados e assim, enriquecendo a experiência dos alunos. Para Sousa (2020), os documentários científicos são muito importantes no ensino de ciências e biologia pois além do conteúdo biológico que está sendo apresentado, também podem promover discussões importantes sobre a natureza da ciência. Segundo a autora, esses materiais audiovisuais com frequência trazem uma perspectiva idealizada da natureza do e do fazer científico, afetando a percepção dos estudantes do que é ciência.

Carvalho (2016) destaca a importância do *YouTube* (Google Inc) para o aumento da difusão de conteúdos de ciências para o público não especializado. Cada canal possui uma proposta e uma abordagem diferente, dependendo do público que pretende atingir do assunto que veicula e de como os vídeos são produzidos. De maneira geral, possuem grande potencial de aproximação com o cotidiano das pessoas e criam comunidades onde os interessados em determinado assunto podem interagir e trocar informações.

O vídeo apresentado utiliza diversas analogias para defender sua proposta. Algumas delas acabam por “antropomorfizar” árvores e fungos, dando a eles características tipicamente humanas e atribuindo intenção às suas atividades. Em alguns momentos isto pode levar à argumentos teleológicos, onde determinada característica é dotada de finalidade ou propósito. Esta estratégia é muito aplicada no ensino de ciências e biologia, mas seu uso não é um consenso (AZEVEDO; AYRES; SELLES, 2013).

Segundo a pesquisa de Azevedo, Ayres e Selles (2013), alguns professores opinam que a explicação teleológica atrapalha o aprendizado de alguns conceitos, enquanto outros professores argumentam que ela facilita a compreensão dos fenômenos naturais ao fazer com que os alunos enxerguem propósito neles.

Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002), em sua análise, apresentam as metáforas e analogias como elementos essenciais à compreensão de conceitos científicos pelos alunos, em especial, das ideias abstratas. Os autores reforçam que as metáforas e analogias quando mal aplicadas podem servir de entrave a compreensão dos fenômenos naturais e métodos científicos. Dessa forma, o professor deve estar preparado para esclarecer equívocos e para utilizar as figuras de linguagem de maneira adequada.

Na investigação feita por Andrade e Martins (2006) com professores de física, química e biologia foi percebido através dos discursos docentes que, apesar de considerarem a leitura como uma atividade relevante e formativa, eles poucas vezes, em sua formação, refletiram sobre a importância da leitura em suas disciplinas. Na maior parte das vezes os textos científicos são usados apenas como fonte de dados, ou seja, possuem um significado único, dado pela visão do autor. Em geral, estes professores classificam seus alunos como “não-leitores”, e isto, na visão deles, dificulta a realização de atividades com leituras, que acabam ficando delegadas à outros professores (ANDRADE; MARTINS, 2006).

Já os autores Nigro e Tivellato (2010) constataram que os alunos que estudaram uma unidade temática com auxílio de TDC obtiveram um melhor resultado de aprendizagem em comparação com aqueles alunos que apenas leram o livro didático.

A revisão bibliográfica de Batistele e colaboradores (2018) buscou publicações que abordavam a leitura de textos de divulgação científica nas aulas de ciências. Os principais objetivos didáticos dos trabalhos analisados, do mais frequente para o menos frequente, são estimular “aprendizagem de conceitos científicos”, “habilidades de leitura e interpretação”, “curiosidade e interesse”, “discussão e argumentação” e “discutir sobre a natureza da ciência”. Nota-se, portanto, que os objetivos desta monografia se encaixam nos objetivos relatados para boa parte dos trabalhos publicados dentro deste tema.

Já dentre as estratégias adotadas para o estudo destes textos estão, do mais frequente para o menos frequente: “leitura”, “aplicação de questionários”, “discussões e debates”, “elaboração de perguntas”, “elaboração de textos” e “resolução de problemas investigativos” (BATISTELE; DINIZ; OLIVEIRA, 2018). Nesta sequência didática, está proposto uma combinação de diferentes estratégias, mesclando leitura, questionário, discussão em grupo e aula teórica. Desta forma, busca-se tornar a aula mais dinâmica e manter o interesse dos alunos. Também é interessante a introdução do autor do texto como mais uma pessoa no diálogo estabelecido entre aluno e professor na sala de aula, criando mais oportunidades para o confronto de ideias (LIMA, 2016).

As principais dificuldades encontradas, relatadas pelo estudo de Batistele e colaboradores (2018), são a dificuldade dos alunos na compreensão de palavras mais específicas e na interpretação do texto. Segundo Almeida (2017), o professor deve atuar como mediador neste processo, prestando apoio à leitura dos estudantes e não apenas observando passivamente. Desta maneira, os alunos terão a oportunidade de poder tirar dúvidas sobre o vocabulário e sobre a interpretação do texto.

Na tese desenvolvida por Lima (2016) é evidenciado que os professores utilizam intensamente os TDC nas suas aulas e no seu planejamento. No entanto, este uso ainda aparece restrito à obtenção de novos conceitos científicos. Isto é, o TDC é utilizado como uma ferramenta típica de aulas expositivas. Neste sentido, a sequência didática apresentada nesta monografia apresenta uma alternativa para o uso dos materiais de divulgação científica, explorando mais a compreensão textual e as correlações de sentido, do que a introdução de novos conceitos.

Almeida (2017) propõe a sistematização das informações dos textos como forma de melhor compreendê-lo. A leitura, não pode ocorrer sem uma orientação que ajude o aluno a organizar o seu pensamento e a estabelecer as novas informações recebidas. Por esse motivo, são propostos, na atividade que envolve a leitura do texto, a construção de quadros que organizam as novas ideias apresentadas pelo texto.

Portanto, durante a interpretação de textos é importante destacar as características do texto estudado, a relação entre o leitor e os divulgadores e o contexto apresentado. Através da pergunta “*Quais informações apresentadas dão credibilidade ao texto?*” é esperado que os alunos reúnam elementos do texto que permitam identificar que este é um texto produzido com informações verificadas. Como mostram Gravina e Munk (2019), é importante instruir os estudantes quanto aos elementos que tornam um texto confiável e como identificar informações falsas ou distorcidas.

A criação de Mapas Conceituais (MC) é uma atividade de “pós-leitura”, ou seja, após o aluno já ter sido exposto a todo conhecimento teórico. Realizar essa tarefa ao fim das atividades visa consolidar as interações entre conceitos estabelecidas até agora, além de servir como uma revisão do texto e do vídeo apresentado. Através deste recurso didático, os alunos reconstruem o que já sabiam sobre o tema, acrescentando as novas informações obtidas e estabelecimento de novas conexões (MOREIRA, 1998).

Para Moreira (1998), os MC são diagramas de palavras, utilizados como ferramentas para organizar ideias e conceitos de forma hierárquica. Nesta hierarquia, são registradas as relações entre os conceitos, representados por elipses ou caixas, ligados por linhas ou setas que trazem “palavras-chave” que ligam um conceito a outro.

Não existem MC certos ou errados. A associação de palavras será feita de forma diferente por cada pessoa que se dispôr a construí-lo. Nesta atividade proposta, os MC podem ajudar a sistematizar os conceitos presentes nos materiais de divulgação apresentados, correlacioná-los com os conhecimentos prévios dos alunos sobre fungos e interações entre plantas, e ainda ajudar ao professor identificar associações de ideias incorretas que podem estar sendo feitas.

Segundo Luckesi (1999), as avaliações escolares tem se centrado exclusivamente na realização de provas e exames que visam a promoção do aluno em detrimento do seu objetivo principal, que é a aprendizagem do aluno. Neste contexto, a avaliação se mostra como uma

ferramenta de autoritarismo que promove a formação de sujeitos acríticos. O professor deve ter em mente que seu próprio mapa conceitual é apenas uma das possibilidades de interpretação, e que os alunos podem apresentar produções diversificadas.

Souza e Boruchovitch (2010) falam do mapa conceitual como uma importante ferramenta avaliativa focada nos alunos, onde não se objetiva a classificação destes, mas permite identificar suas limitações e associações conceituais equivocadas. A partir dessa identificação é possível perceber quais problemas ainda precisam ser superados e avaliar quais ações devem ser tomadas para garantir a aprendizagem do conteúdo. Neste processo, tanto o professor quanto o aluno estão tendo o seu trabalho avaliado.

Assim, a avaliação deste material deve ser qualitativa, e não quantitativa. Para esta avaliação é necessário que o aluno fale sobre o seu trabalho, visto que os MC reúnem muitos elementos subjetivos que não são autoexplicativos, o que pode limitar a avaliação do professor (MOREIRA, 1998; SILVA; CLARO; MENDES, 2017). Desta forma, é importante que o professor dê oportunidade para que os alunos expliquem seus mapas, e, como mencionado anteriormente, incentive que estes alunos produzam trabalhos autorais, que não sejam simples cópias do texto ou do vídeo, ainda que utilizem palavras-chave retiradas destes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da constatação de que a relação mutualística entre plantas e fungos micorriza nos livros didáticos possui uma abordagem incompleta, apresenta-se esta proposta de sequência didática como uma alternativa para trabalhar este relevante conteúdo, que pode ser incluído em diferentes contextos. As atividades estão voltadas para turmas do Ensino Médio e são coerentes com o desenvolvimento das habilidades e competências previstas na BNCC do Ensino Médio.

Para tal é proposto uma combinação de estratégias que objetivam o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa sobre o tema. São intercaladas atividades de leitura, exposição teórica, discussões em grupo e construção de mapas conceituais para promover a alfabetização científica através da interpretação de textos e vídeos de divulgação científica.

A revisão bibliográfica realizada sobre o tema mostra que a combinação destas estratégias didáticas e o uso de materiais de divulgação científica podem ser eficazes na promoção da alfabetização científica. No entanto, cabe destacar que a sequência didática proposta nesta monografia não foi testada em nenhum grupo de alunos e nem avaliada por docentes, dessa forma, seus resultados possuem limitações. É esperado que a aplicação posterior desta atividade forneça resultados mais detalhados e uma percepção mais aprofundada do seu potencial didático.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Sandra Luiza Sousa Santos. **Textos de divulgação científica no ensino de biologia: possibilidade de uso da leitura para construção de conceitos em uma unidade didática**. 2017. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia Moderna**. São Paulo: Editora Moderna, 2016.
- ANDRADE, I. B.; MARTINS, I. Discursos de professores de ciências sobre leitura. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 121-151, 2006.
- 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 Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 182-192, Dec. 2000.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p.68-83, mar. 2003.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AZEVEDO, M. AYRES, A.C.M. SELLES, S.E. Explicações teleológicas no ensino de evolução. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., 2013, Girona. **Anais [...]**. Girona: Revista Enseñanza de Las Ciencias, 2013. p. 229-234.
- BATISTELE, M.C.B. DINIZ, N.P. OLIVEIRA, J.R.S. O uso de textos de divulgação científica em atividades didáticas: uma revisão. **Revista brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 182-210, set./dez. 2018.
- BBC News Brasil. **Como árvores conversam entre si por uma rede subterrânea**. 2018. (1m51s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UirW2aBP-PY>. Acesso em 08/09/2020.

BRAGHIROLI, F.L. SGROTT, A.F. PESCADOR, R. UHLMANN, A. STÜRMER, S.L. Fungos Micorrízicos Arbusculares na Recuperação de Florestas Ciliares e Fixação de Carbono no Solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 36, p. 733-743, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base – Ensino Médio**. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-50content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2018>

CARVALHO, M.C. Divulgação Científica no Youtube: Narrativa e Cultura Participativa nos Canais Nerdologia e Peixe Babel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, XXXIX, 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2016. p. 1 -12.

CASSIANI, S. GIRALDI, P. M. LINSINGEN, I. V. É possível propor a formação de leitores nas disciplinas de Ciências Naturais? Contribuições da análise de discurso para a educação em ciências. **Revista Educação: Teoria e Prática**. Rio Claro, v. 22, n. 40, p. 43-61. Mai/Ago, 2012.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n.22, p. 89-100, Jan/Fev/Mar/Abr 2003.

CORREIA, D.; DECIAN, E.; SAUERWEIN, I. P. S. Leitura e argumentação: potencialidades do uso de textos de divulgação científica em aulas de Física do ensino médio. **Ciência&Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1017-1034, 2017.

COURTY, P. E.; BUÉE, M.; DIEDHIOU, A. G.; FREY-KLETT, P.; LE TACON, F.; RINEAU, F.; TURPAULT, M. P.; UROZ, S.; GARBAYE, J. The role of ectomycorrhizal communities in forest ecosystem processes: New perspectives and emerging concepts. **SoilBiology&Biochemistry**, Elsevier, v.42, p. 679 – 698, Jan, 2010.

CUNHA, M.B. GIORDAN, M. A divulgação científica como um gênero de discurso: implicações na sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis, **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Não paginado.

DEACON, J. W. **Fungal Biology: Core Concepts and Problems**. 4ª ed. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2006.

DIAS, P.L.S. A ciência das mudanças climáticas. In.: NUSSENZVEIG, H. M. (org.). **O futuro da Terra**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. p. 35-60

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e para o escrito: apresentação de um procedimento. In.: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 95-128

ESPINOZA, A. **Ciências na Escola: Novas perspectivas para a formação de alunos**. 1ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2010.

FAVARETTO, J. A. **Biologia: Unidade e Diversidade**. 1ª Ed. São Paulo: FDT, 2016.

FERREIRA, L.N.A. QUEIROZ, S.L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.5, n.1, p.3-31, maio 2012.

FLEMING, Nic. Plantas se comunicam e 'brigam' usando 'internet de fungos'. **BBC News Brasil**. 28 Nov. 2014. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/11/141128_vert_earth_internet_natural_dg. Acesso em 08 set. 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GIRALDI, P.M. **Leitura e escrita no ensino de ciências: espaços para produção de autoria**. 2010. 232 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GRAVINA, M. G. P. MUNK, M. Dinâmicas de oficinas de textos em biologia: ferramentas para a alfabetização científica em tempos de fake news. **Experiências em Ensino de Ciências**, Universidade Federal do Mato Grosso, v.14, n.3, p. 612-620, 2019.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação. **Relatório Brasil no PISA 2018: Versão preliminar**. Brasília: MEC, 2019.

KLEIN, T., SIEGWOLF, R. T. W., KORNER, C. Belowground carbon trade among tall trees in a temperate forest. **Science**, Nova Iorque, v. 352, n.6283, p. 342–344, 2016.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

LEAKE, J. R.; JOHNSON, D.; DONNELLY, D. P.; MUCKLE, G. E.; BODDY, L.; READ, D. J. Networks of power and influence: the role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 82, p. 1016-1045, 2004.

LIMA, G.S. **O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino**. 2016. 311 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. São Paulo, 2016.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2016.

LOPES, S ROSSO, S. **Bio**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

LUCKESI, C.C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 1999.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; DUNLAP, P.V.; CLARK, D.P. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.

MARGULIS, L. Simbiose em todos os lugares. In MARGULIS, L. **O Planeta Simbiótico**. Uma nova perspectiva da evolução. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2001. p. 13-19.

MARTINS, I. NASCIMENTO, T.G. ABREU, T.B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.9, n.1, p. 95-111, 2004.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. 3ª ed. São Paulo: Editora ASJ, 2016.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C.A. MORALES, O.E.T. (orgs.) **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**.

Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. vol. II. p. 15-33. Coleção Mídias Contemporâneas

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 11, n. 2. p. 143-156, 1998. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acessado em 15 Jan. 2020.

MOSS, B.; LOH, V.S. **35 Estratégias para desenvolver a leitura com textos informativos**. Porto Alegre: Penso, 2012.

NIGRO, R.G. TRIVELATO, S.L.F. Leitura de textos de ciências de diferentes gêneros: um olhar cognitivo-processual. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15. n.3. p. 553-573, 2010.

NORRIS, Stephen P.; PHILLIPS, Linda M. Howliteracy in it's fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, Hoboken, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OGO, M.Y. GODOY, L. P. **#Contato Biologia**. 1ª ed. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

PERTICARRARI, A. TRIGO, F.R. BARBIERI, M.R. COVAS, D.T. O uso de textos de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre ecologia a estudantes da educação básica. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 2, p. 369-386, 2010.

QUEIROZ, S.L. FERREIRA, L.N.A. Traços de cientificidade, didaticidade e laicidade em artigos da revista 'ciência hoje' relacionados à química. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 4, p. 947-969, 2013.

RAVEN, P. H. EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ROCHA, M.B. Textos de divulgação científica na sala de aula: a visão do professor de ciências. **Revista Augustus**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 29, p. 24-34, Fevereiro de 2010.

ROCHA, M.B. LADIM JÚNIOR, J. P. Investigação sobre o uso de textos de divulgação científica com estudantes do Ensino Médio do CEFET/RJ. **Revista Conexão UEPG**. Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 78-93, Jan./Abr. 2016.

ROCHA, M. B. VARGAS, M. Estudo da linguagem de textos de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, Nov. 2015. P. 01-08.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez. 2007.

SEGURA, E. KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **Revista REAMEC**, Cuiabá, n.03, p. 87-98, dez. 2015.

SILVA, D. S. **O Reino Fungi nos livros didáticos de ciências**. 2009. 36f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Centro Biomédico, Rio de Janeiro. 2009.

SILVA, M.S.N. ARAUJO, A.S. leitura no livro didático: uma análise das atividades de compreensão/interpretação textual. In: Seminário Formação de Professores e Ensino de Língua Inglesa, IV. UFS, **Atas [...]**. São Cristóvão: UFS, Mai. 2018. p.411-426.

SILVA, W.; CLARO, G. R.; MENDES, A. P. Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais. In: Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, VIII. PUCPR, **Anais [...]**. Curitiba: PUCPR, Ago. 2017. p. 22695-22705.

SIMARD, S. W., JONES, M. D., DURALL, D. M. Carbon and Nutrient Fluxes Within and Between Mycorrhizal Plants. **Mycorrhizal Ecology**, Springer, v.157, p.33–74, 2003.

SOLÉ, I. **Estratégias de Leitura**. 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. E-PUB.

SOUSA, J.C. Documentários Científicos sobre o Mundo Natural no Ensino de Biologia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20002, p. 1-18, 2020.

SOUZA, N.A; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 195- 217, Dez. 2010.

TAHAT, M.M. SIJAM K. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant root exudates bio-communications in the rhizosphere. **African Journal of Microbiology Research**. v. 6, n.46, p. 7295-7301, Dez, 2012.

TERRAZAN, E. A. GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 25 a 29 de Nov. de 2003. Bauru, SP. **Atas [...]**. Bauru, São Paulo: ABRAPEC, p. 01-11, 2003.

VIEIRA, C.L. **Pequeno Manual de Divulgação Científica**: Dicas para cientistas e divulgadores da ciência. 3ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2007.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, St.Louis, USA, v.47, p.2-9, 2002.

WOHLLEBEN, P. **A vida secreta das árvores**: O que eles sentem e como se comunicam. Rio de Janeiro: Editora Sextante, 2017.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica**. Campinas: Autores Associados, 2001. 167 p.

APÊNDICE A – PROPOSTA DE ATIVIDADE DIRECIONADA AOS ALUNOS

I) Provocação inicial

Assinale “verdadeiro” ou “falso” para a afirmativa abaixo:

É possível árvores se comunicarem e/ou colaborarem umas com as outras.

() Verdadeiro () Falso

Responda as afirmativas abaixo de acordo com a sua resposta à questão anterior:

Caso tenha respondido verdadeiro

As árvores se comunicam através da/das/do/dos _____ (parte da planta)
e compartilham informações sobre _____ (tipo de
informação que seria trocada)

Caso tenha respondido falso

Não acredito que as plantas se comunicam porque _____
_____.

II) Atividade com o vídeo

Assista ao vídeo exibido pelo seu professor(a), e em seguida responda:

- O vídeo começa afirmando que “As árvores parecem solitárias, mas a terra embaixo delas mostra que não é bem assim”. O que isso quer dizer?
- Por que o autor compara os fungos e a internet?
- Após ver o vídeo, reflita sobre sua resposta à provocação inicial. Você mudaria sua resposta?

III) Roda de discussão: Plantas pensam e agem com intenção?

A frase “Elas secretamente falam, negociam e brigam entre si”, retirada do vídeo, propõe que as árvores pensam e agem intencionalmente sobre o ambiente e árvores vizinhas. Você acha que esse ponto de vista é biologicamente correto? Quando solicitado pelo professor, sinalize “sim” ou “não” de acordo com a sua opinião.

Debata com o seu grupo qual foi o objetivo dos autores ao escrever dessa forma.

IV) Leitura do texto

Plantas se comunicam e 'brigam' usando 'internet de fungos'

Nic Fleming

Da BBC Earth

28 novembro 2014

Uma via superrápida para tráfego de dados, que coloca em contato uma grande população de indivíduos diversos e dispersos. Essa via facilita a comunicação e colaboração entre os indivíduos, mas também abre caminho para que crimes sejam cometidos.

Parece uma descrição da internet, mas estamos falando de fungos. Os fungos – sejam eles cogumelos ou não – são formados de um emaranhado de pequenos filamentos conhecidos como micélio. O solo está cheio desta rede de micélios, que ajuda a "conectar" diferentes plantas no mesmo solo.

Muitos cientistas estudam a forma como as plantas usam essa rede de micélios para trocar nutrientes e até mesmo para "se comunicar". Em alguns casos, as plantas formam até mesmo uma união para "sabotar" outras espécies invasoras de plantas, liberando toxinas na rede.

Cerca de 90% das plantas terrestres têm uma relação simbiótica com fungos, que é batizada de micorriza. Com a simbiose, as plantas recebem carboidratos, fósforo e nitrogênio dos fungos, que também as ajudam a extrair água do solo. Esse processo é importante no desenvolvimento das plantas.

'Internet natural'

Para o especialista em fungos Paul Stamets, essa rede é uma "internet natural" do planeta Terra. Sua tese é que ela coloca em contato plantas que estão muito distantes de si e não apenas as que estão próximas. Ele traça um paralelo com o filme Avatar, de 2009, em que vários organismos em uma lua conseguem se comunicar e dividir recursos graças a uma espécie de ligação eletroquímica entre as raízes das árvores.

Só em 1997 é que foi possível comprovar concretamente algumas dessas comunicações via "internet natural". Suzanne Simard, da Universidade de British Columbia, no Canadá, mostrou que havia uma transferência de carbono por micélio entre o abeto de Douglas (uma árvore conífera) e uma bétula. Desde então, também ficou provado que algumas plantas trocam fósforo e nitrogênio da mesma forma.

Simard acredita que árvores de grande porte usam o micélio para alimentar outras em nascimento. Sem essa ajuda, a cientista argumenta, muitas das novas árvores não conseguiriam sobreviver.

Simard conta que as plantas parecem trabalhar no sentido contrário ao observado por Charles Darwin, de competição por recursos entre espécies. Em muitos casos, espécies diferentes de plantas estão usando a rede para trocar nutrientes e se ajudarem na sobrevivência.

Os cientistas estão convencidos de que as trocas de nutrientes realmente acontece pelo fungo no solo, mas eles ainda não entendem exatamente como isso ocorre.

'Conluio'

Uma pesquisa recente foi além. Em 2010, Ren Sem Zeng, da faculdade de agronomia da Universidade de Guangzhou, na China, conseguiu observar que algumas plantas "se comunicam entre si" para formar uma espécie de sabotagem a espécies invasoras.

A experiência foi feita com tomates plantados em vários vasos e ligados entre si por micorriza. Um dos tomates foi borrifado com o fungo *Alternariasolani*, que provoca doenças na planta.

Depois de 65 horas, os cientistas borrifaram outro vaso e descobriram que a resistência deste tomate era muito superior.

"Acreditamos que os tomates conseguem 'espiar' o que está acontecendo em outros lugares e aumentar sua resposta à doença contra uma potencial patogenicia", escreveu Zeng no artigo científico.

Ou seja, as plantas não só usam a "internet natural" para compartilhar nutrientes, mas também para formar um "conluio" contra doenças.

Esse tipo de comportamento não foi observado apenas em tomates. Em 2013, o pesquisador David Johnson, da Universidade de Aberdeen, na Escócia, também detectou isso em favas, que se protegem contra insetos minúsculos conhecidos com afídios.

Lado sombrio

Mas assim como a internet humana, a internet natural também possui seu lado sombrio. A nossa internet reduz a privacidade e facilita crimes e a disseminação de vírus.

O mesmo acontece com as plantas na micorriza, segundo os cientistas. Algumas plantas não possuem clorofila e não conseguem produzir sua própria energia por fotossíntese.

Algumas plantas, como a orquídea *Cephalanthera austini*, "roubam" o carbono que necessitam de árvores das proximidades, usando a rede de micélio. Outras orquídeas que são capazes de fotossíntese roubam carbono, mesmo sem necessitar.

Esse tipo de comportamento faz com que algumas árvores soltem toxinas na rede para combater plantas que roubam recursos. Isso é comum em acácias. No entanto, cientistas duvidam da eficácia desta técnica, já que muitas toxinas acabam sendo absorvidas pelo solo ou por micróbios antes de atingir o alvo desejado.

Para vários cientistas, a internet dos fungos é um exemplo de uma grande lição do mundo natural: organismos aparentemente isolados podem estar, na verdade, conectados de alguma forma, e até depender uns dos outros.

1. Vamos organizar as informações. Preencha o quadro abaixo:

Proposta ou afirmação feita pelo autor <i>“Qual tese ou hipótese ele está defendendo?”</i>	
Evidências que corroboram a informação <i>“Quais informações ele apresenta que dão credibilidade ao que ele diz?”</i>	
Conclusões do artigo <i>“Quais são as implicações das pesquisas?”</i>	

2. Em grupo, discuta e aponte quais informações estão apresentadas em comum com o vídeo.

3. Na tabela abaixo estão algumas características típicas de textos de divulgação científica. Identifique trechos no texto onde se identificam estas características.

- a) A existência de analogias;
- b) A presença de referências à cultura “pop”
- c) A representação da ciência como uma construção coletiva, onde existe a participação de vários indivíduos;
- d) O destaque à construção gradual do conhecimento, que não implica em um “ponto final” no assunto;
- e) A informação é apresentada com a corroboração de cientistas que tem autoridade sobre o tema;
- f) A possibilidade de revisão dos conceitos científicos ao longo do tempo;

V) Explicação/aula teórica

Aula expositiva sobre o Reino Fungi onde deve se abordar as características gerais dos representantes desse grupo. Dependendo do objetivo dado a atividade, também pode se trabalhar conceitualmente relações ecológicas.

VI) Como construir um mapa conceitual

Agora você irá organizar um mapa conceitual relacionando as informações dos dois materiais.

- Escolha 4 palavras-chave que considere que resumem o assunto do texto.
- Com as palavras chave escolhidas por você, ou por seu grupo, construa seu mapa conceitual.
- Se houver palavras-chave repetidas, exclua as duplicatas. Não coloque palavras repetidas no seu mapa.

APÊNDICE B – ROTEIRO DA ATIVIDADE DESTINADO AO PROFESSOR

I) Provocação inicial

Entregar as afirmativas impressas ou transcreve-las no quadro. Depois que os alunos terminarem de responder, peça-os que compartilhem sua resposta com o grupo.

Padrão de resposta - Questões 1 e 2: Impressão pessoal. É esperado que o aluno desenvolva essa resposta usando seus conhecimentos prévios para sustentar seu argumento.

II) Sobre o vídeo

Exiba para os alunos o vídeo: “Como árvores conversam entre si por uma rede subterrânea” Disponível no Canal BBC News Brasil no Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=UirW2aBP-PY>)

Após a apresentação do vídeo, entregue aos alunos as questões impressas ou transcreva-as no quadro.

Questão 3 - Padrão de resposta: Que em casos como os mostrados no vídeo, florestas inteiras podem estar “trabalhando” em conjunto e colaborando umas com as outras através de conexões feitas entre suas raízes por micorrizas.

Questão 4 - Padrão de resposta: A troca de água e nutrientes entre as árvores acontece através de uma rede subterrânea de raízes e fungos que envolve vários indivíduos, semelhante a troca de informações que ocorre na internet.

Questão 5 - Padrão de resposta: Impressão pessoal.

III) plantas pensam e agem com intenção?

Padrão de resposta - Questão 6: O aluno que responde corretamente levanta a placa NÃO.

Neste momento o professor deve esclarecer que as plantas não agem com intenção, mas respondem a estímulos químicos que recebem do ambiente. A capacidade de responder a estes estímulos é favorecida pela seleção natural. Forneça uma breve explicação de como este processo de seleção natural funciona.

Padrão de resposta - Questão 7: Os autores entendem que os vegetais não agem com intenção, mas escrevem dessa forma para tornar mais simples a explicação para o público.

IV) Leitura do texto

Padrão de resposta - Questão 8:

Proposta ou afirmação feita pelo autor <i>“Qual tese ou hipótese ele está defendendo?”</i>	Existe uma rede de troca de informação e nutrientes formada por fungos que coloca plantas em contato
Evidências que corroboram a informação <i>“Quais informações ele apresenta que dão credibilidade ao que ele diz?”</i>	Relatos das experiências de pesquisadores especialistas no assunto.
Conclusões do artigo <i>“Quais são as implicações das pesquisas?”</i>	Organismos que aparentemente estão isolados podem ser interdependentes

Padrão de resposta - Questão 9: Os dois materiais trazem a informação de que as micorrizas são uma associação mutualista entre árvores e fungos, onde ambos obtêm benefícios. Além disso, as micorrizas permitem que árvores cooperem umas com as outras trocando nutrientes e defesas contra doenças.

Padrão de resposta - Questão 10:

a) A existência de analogias;

Ex.: “Mas assim como a internet humana, a internet natural também possui seu lado sombrio.”

b) A presença de referências à cultura “pop”

Ex.: “Ele traça um paralelo com o filme Avatar, de 2009, em que vários organismos em uma lua conseguem se comunicar e dividir recursos [...]”

Ex. 2: “Mas assim como a internet humana, a internet natural também possui seu lado sombrio.”

c) A representação da ciência como uma construção coletiva, onde existe a participação de vários indivíduos;

Ex.: “Muitos cientistas estudam a forma como as plantas usam essa rede de micélios para trocar nutrientes e até mesmo para “se comunicar””

d) O destaque à construção gradual do conhecimento, que não implica em um “ponto final” no assunto;

Ex.: “Os cientistas estão convencidos de que as trocas de nutrientes realmente acontecem pelo fungo no solo, mas eles ainda não entendem exatamente como isso ocorre.”

Ex. 2: “Uma pesquisa recente foi além.”

e) A informação é apresentada com a corroboração de cientistas que tem autoridade sobre o tema;

Ex.: “Para o especialista em fungos Paul Stamets, essa rede é uma "internet natural" do planeta Terra.”

Ex. 2: “Suzanne Simard, da Universidade de British Columbia, no Canadá, mostrou que havia uma transferência de carbono por micélio entre o abeto de Douglas (uma árvore conífera) e uma bétula.”

Ex. 3: “Em 2010, Ren Sem Zeng, da faculdade de agronomia da Universidade de Guangzhou, na China, conseguiu observar que algumas plantas "se comunicam entre si" para formar uma espécie de sabotagem a espécies invasoras.”

Ex. 4: “Em 2013, o pesquisador David Johnson, da Universidade de Aberdeen, na Escócia, também detectou isso em favas [...]”

f) A possibilidade de revisão dos conceitos científicos ao longo do tempo;

Ex. :“Simard conta que as plantas parecem trabalhar no sentido contrário ao observado por Charles Darwin, de competição por recursos entre espécies.”

V) Explicação/aula teórica

VI) Como construir um mapa conceitual

Solicite aos alunos que escolham 4 palavras-chave que considerem que resumem o assunto do texto.

Com as palavras chave selecionadas, os alunos deverão construir seu mapa conceitual.

Se houverem palavras-chave repetidas, as duplicatas serão excluídas. Os alunos não devem repetir palavras-chave no mapa conceitual. Considere na sua avaliação do mapa conceitual a presença das 4 palavras-chave em destaque abaixo, ou similares. Mostre ao aluno quais conceitos poderiam receber uma melhor apresentação.