



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Faculdade UnB Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**ENSINO DE ECOLOGIA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: o
desaparecimento de abelhas como estudo de caso socioambiental
no Ensino Médio**

CAROLINA PONTES SILVA

Brasília - DF

Junho, 2018



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Faculdade UnB Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**ENSINO DE ECOLOGIA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: o
desaparecimento de abelhas como estudo de caso socioambiental
no Ensino Médio**

CAROLINA PONTES SILVA

Dissertação realizada sob orientação da Prof^ª. Dr^ª. Maria Rita Avanzi e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília, DF
2018

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

PP814e Pontes Silva, Carolina
ENSINO DE ECOLOGIA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: o
desaparecimento de abelhas como estudo de caso
socioambiental no Ensino Médio / Carolina Pontes Silva;
orientador Maria Rita Avanzi. -- Brasília, 2018.
118 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissionalizante em
Ensino de Ciências) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. ensino de Ecologia. 2. estudo de caso. 3. EA crítica.
4. questões socioambientais. 5. pensamento crítico. I.
Avanzi, Maria Rita, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

CAROLINA PONTES SILVA

“ENSINO DE ECOLOGIA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: o desaparecimento de abelhas como estudo de caso socioambiental no Ensino Médio”

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de título de mestre.

Aprovada em 08 de junho de 2018.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Maria Rita Avanzi
(Presidente - NECBio/IB/UnB)

Prof^a. Dr^a. Clarice Sumi Kawasaki
(Membro externo não vinculado ao programa –FFCLRP/USP)

Prof^a. Dr^a. Roseline Beatriz Strieder
(Membro interno vinculado ao programa – IF/UnB)

Prof^a. Dr^a. Patrícia Fernandes Lootens Machado
(Membro suplente vinculado ao programa – IQ/UnB)

À minha mãe, Marcia, que tanto insistiu para que eu obtivesse um título de mestrado.

A todas as educadoras e a todos os educadores ambientais, para que deste trabalho façam proveito em suas trajetórias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e ao meu marido, que me deram todo o suporte que precisei durante o mestrado.

Sou muito grata, especialmente, à minha orientadora, Maria Rita Avanzi, que teve toda a paciência para que eu pudesse me encontrar em meus pensamentos e amadurecer minhas ideias.

Agradeço também à equipe da escola onde desenvolvemos a intervenção educativa e aos estudantes que participaram da nossa pesquisa.



Tirinha publicada na página oficial do personagem Armandinho no Facebook no dia 28 de fevereiro de 2018. Cartunista: Alexandre Beck

RESUMO

Com o objetivo de investigar o potencial de um estudo de caso no ensino de Ecologia, para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre questões socioambientais por estudantes de Ensino Médio, esta pesquisa foi desenvolvida em duas partes. Inicialmente, foi feita uma sondagem das percepções de estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública sobre temas socioambientais. A partir de produções textuais dos estudantes, observamos as ligações que faziam entre seus conhecimentos de Ecologia e o tema “o uso de agrotóxicos no Brasil” e buscamos identificar questionamentos sobre modo de produção agrícola atual e sua relação com a crise ambiental. Esse estudo inicial orientou a segunda parte do trabalho, uma intervenção educativa que foi realizada com estudantes de 1º ano do Ensino Médio durante as aulas de Ecologia. A intervenção consistiu em encontros semanais durante as aulas de Biologia na mesma escola em que havia sido realizada a sondagem, contando com: aulas expositivas sobre relações ecológicas, atividades de grupo para elaboração de árvore de problemas, leitura de textos informativos, resolução de estudo de caso sobre o desaparecimento de abelhas e preenchimento de um cartaz com informações sobre o mesmo tema. De um modo geral, não foi possível identificar uma prática social transformadora na direção de enfrentar o problema em uma perspectiva crítica. Entretanto, os grupos de estudantes demonstraram incorporação de termos do conteúdo de Ecologia ao seu vocabulário e ampliação da sua visão sobre o problema em questão para uma perspectiva socioambiental. Consta desta dissertação, uma proposição de ação profissional docente com base no desenvolvimento e nos resultados da intervenção educativa, como sugestão para profissionais da educação que estejam buscando um ensino de Ecologia contextualizado, pautado pela formação de pensamento crítico e de sujeitos ecológicos.

Palavras-chaves: ensino de Ecologia; estudo de caso; EA crítica; questões socioambientais; pensamento crítico.

ABSTRACT

With the objective of investigating the potential of a case study in Ecology teaching, for the development of critical thinking on social-environmental issues by high school students, this research was developed in two parts. Initially, a survey of the perceptions of high school 2nd year students in a public school about social-environmental themes was carried out. From textual productions of the students, we observed the connections they made between their knowledge of Ecology and the theme "the use of pesticides in Brazil" and sought to identify questionings about the current way of agricultural production and its connection with the environmental crisis. This initial study guided the second part of the research, an educational intervention that was carried out with 1st year high school students during Ecology classes. The intervention consisted of weekly meetings during Biology classes at the same school where the survey was conducted, including: expository classes on ecological relations, group activities to elaborate problems tree, reading of informative texts, resolution of a case study on the disappearance of bees and filling a poster with information on the same theme. In general, it was not possible to identify a transforming social practice in the direction of tackling the problem in a critical perspective. However, student groups have demonstrated the incorporation of terms of the Ecology content into their vocabulary and the broadening of their view of the problem in question for a socio-environmental perspective. This thesis contains a proposition of professional teacher action based on the development and results of the educational intervention, as a suggestion for educational professionals who are seeking a contextualized Ecology teaching, guided by the formation of critical thinking and ecological subjects.

Keywords: Ecology teaching; case study; critical EE; socio-environmental issues; critical thinking.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C&T	Ciência e tecnologia
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DCC	Distúrbio do Colapso das Colônias
DF	Distrito Federal
EA	Educação ambiental
EM	Ensino Médio
LP	Língua Portuguesa
PC	Pensamento crítico
TEASSRG	Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de uma árvore de problemas	41
Figura 2 - Layout do cartaz informativo entregue aos estudantes	48
Figura 3 – Árvore de problemas da turma	60
Figura 4 - Árvore de problemas do grupo azul	64
Figura 5 - Cartaz final do grupo musgo	74

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Descrição do 1º encontro	40
Quadro 2 - Descrição do 2º encontro	43
Quadro 3 - Descrição do 4º encontro	44
Quadro 4 - Descrição do 5º encontro	46
Tabela 1 - Redações por categoria da sondagem de pensamento crítico	50
Quadro 5 - Síntese da categorização das produções dos estudantes participantes da intervenção educativa	78

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1. INTRODUÇÃO	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA.....	21
2.2 ENSINO DE ECOLOGIA.....	26
2.3 EDUCAÇÃO CTSA	28
2.4 PENSAMENTO CRÍTICO.....	33
2.5 INTERLIGAÇÕES	35
3. METODOLOGIA	37
3.1 PRIMEIROS CONTATOS COM A ESCOLA E SONDA- CRÍTICO.....	38
3.2 INTERVENÇÃO EDUCATIVA COM ESTUDO DE CASO	39
3.3 ANÁLISE DAS PRODUÇÕES DOS ESTUDANTES	48
4. ANÁLISE DA SONDA- DE PENSAMENTO CRÍTICO	49
4.1 PROBLEMAS AMBIENTAIS.....	49
4.2 PROBLEMAS DE SAÚDE	51
4.3 FUNÇÕES DOS AGROTÓXICOS.....	52
4.4 ALTERNATIVAS	53
4.5 DESINFORMAÇÃO.....	54
4.6 SUSTENTABILIDADE	55
4.7 ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS	55
4.8 HORMÔNIOS	56
4.9 NORMAS	56
4.10 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO DOS ESTUDANTES DURANTE A SONDAGEM	57
5. ANÁLISE DA INTERVENÇÃO EDUCATIVA COM ESTUDO DE CASO	59
5.1 O QUE NOS DIZEM OS MATERIAIS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES.....	59
5.2 REFLETINDO SOBRE A INTERVENÇÃO – UMA AUTOANÁLISE.....	80
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
APÊNDICES	91
APÊNDICE A – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TLCE).....	91
APÊNDICE B – PROPOSTA DE REDAÇÃO	95
APÊNDICE C - ESTUDO DE CASO	96
APÊNDICE D – PROPOSIÇÃO DE AÇÃO PROFISSIONAL DOCENTE.....	97

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi construída a partir de um processo de transformação da minha forma de pensar. Não sei se é possível definir muito bem o início de um processo, mas vou começar com a contextualização do que eu pensava sobre ecologia, educação ambiental e docência no início da graduação em Ciências Biológicas em 2010. Educação ambiental e ecologia se confundiam e eram quase a mesma coisa para mim e ambas me causavam um certo desconforto, talvez por eu não as entender muito bem. Já a docência, apesar de eu a admirar muito, não era o que eu queria para a minha vida profissional. Durante a graduação, minhas ideias em relação à educação ambiental e à ecologia não mudaram muito, embora já dissociasse as duas. Mas a ideia de ser professora foi ganhando cada vez mais espaço em mim. Com o tempo fui percebendo que eu negava a possibilidade de trabalhar com educação por causa do preconceito que profissionais dessa área sofrem. Quando pessoas próximas ficavam sabendo que eu havia passado no vestibular, perguntavam-me qual curso eu iria fazer. Ao ouvirem minha resposta: “Biologia!”, os olhares de desapontamento apareciam e, às vezes, vinha junto a pergunta: “Mas você não quer ser professora, não, né?”. Então eu respondia: “Claro que não! Eu quero ser geneticista, perita da polícia civil!”, e logo os olhares se tornavam um pouco mais aliviados e eu também, porque finalmente eu tinha a aprovação em meu meio social.

A necessidade de aprovação social aos poucos foi sendo substituída pela vontade de mudança social. Eu comecei a perceber esse processo em discussões fomentadas pela professora de Fundamentos de Desenvolvimento da Aprendizagem, a primeira disciplina da licenciatura que cursei, no primeiro semestre de 2011. Ao longo das outras disciplinas de educação que cursei, fui me abrindo mais para a possibilidade de ser professora. Ao terminar as disciplinas básicas, ao final do primeiro semestre de 2012, matriculei-me na disciplina de Metodologia do Ensino de Ciências e, a partir daí, comecei a me encantar pela educação. O encantamento foi consolidado na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências, quando comecei a entrar em sala, no primeiro semestre de 2013. A escola tinha uma aparência muito convidativa e as crianças me contagiaram com sua empolgação com Ciências. Ao mesmo tempo, a vontade de ser geneticista tinha se esvaído e eu havia me decepcionado um pouco com o meio acadêmico, pois a

realidade não correspondeu às minhas expectativas (como acontece com quase tudo na vida). Mas eu ainda estava confusa, sem saber se queria ser professora.

Então tive a oportunidade de fazer intercâmbio no Canadá, com bolsa do programa Ciência sem Fronteiras. Durante o tempo que fiquei lá, de agosto de 2013 a junho de 2014, pude visitar uma escola canadense e conhecer um pouco do sistema educacional do país, pois a proprietária da casa onde eu morei é professora da educação básica. Na universidade, duas disciplinas que cursei foram especialmente importantes para o desenvolvimento deste projeto: *Science in society* (Ciência na sociedade) e *Insects, Science and Society* (Insetos, Ciência e Sociedade). Na primeira, discutíamos sobre controvérsias científicas e as reações da sociedade a elas. Na segunda, o professor buscava ampliar nossa percepção sobre como os insetos afetavam a sociedade.

Ao retornar, terminei a graduação e, incentivada pela professora da disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Biologia, inscrevi-me no processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), ao final de 2014. Minha ideia de projeto era uma pesquisa sobre o uso de insetos em aulas práticas para estimular crianças a se interessarem mais pela disciplina de ciências. Entretanto, não fui selecionada dessa vez. Então me matriculei como aluna especial na disciplina de Educação Ambiental e Ensino de Ciências, no segundo semestre de 2015, ministrada pela Professora Maria Rita Avanzi, hoje, minha orientadora no mestrado. Ao longo dessa disciplina, minha concepção de educação ambiental foi se ampliando e se modificando, pois comecei a entender melhor o que me causava desconforto: a visão catastrofista¹ à qual tive acesso por meio da grande mídia e de professores que fizeram parte da minha formação. O desconforto foi desaparecendo à medida que conhecia a diversidade de vertentes de educação ambiental e passava a entender que a visão catastrofista era apenas uma delas e me identificava com outras perspectivas.

¹ A visão catastrofista, dentro do movimento ambientalista, considera que os recursos naturais irão se esgotar e que isso seria uma catástrofe, pois não haveria matéria-prima para a produção de mercadorias (JACOBI, 2005). Essa visão está presente no relatório Meadows, do Clube de Roma, que propunha crescimento zero nos aspectos populacional e econômico (GRÜN, 1996; JACOBI, 2005).

No ano seguinte, tentei novamente entrar para o mestrado no PPGE, dessa vez, com uma proposta de pesquisa que buscava transformar a ideia negativa que as crianças poderiam ter sobre insetos, visando contribuir para a conservação desses animais, um enfoque de educação ambiental. Fui selecionada e no primeiro semestre, cursei a disciplina de Ensino de Ciências com Enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), quando comecei a me interessar mais por essa abordagem, o que influenciou fortemente minhas ideias sobre o projeto de pesquisa.

A dissertação aqui apresentada é fruto de um processo de mudanças de concepções de educação ambiental e pensamento crítico, principalmente. Nesse sentido, nossa proposta foi fazer uma intervenção de educação ambiental crítica, estimulando o desenvolvimento de pensamento crítico pelos estudantes que dela participassem. Para tanto, nos baseamos em autoras e autores da área de educação ambiental crítica, ensino de ecologia, ensino em contexto, ensino de ciências com enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) e pensamento crítico, apresentados na seção que traz o referencial teórico.

Para orientar melhor a intervenção educativa, fizemos uma sondagem de pensamento crítico que estudantes do 2º ano de Ensino Médio poderiam expressar sobre agrotóxicos. Esse tema é de relevância social e pode ser relacionado a conceitos de ecologia, conteúdo do 1º ano do EM. Além disso, essas substâncias têm sido apontadas como uma das principais causas do desaparecimento de espécies de abelhas — tema da intervenção realizada. Para essa fase inicial, houve um processo prévio de escolha da escola, do nível de ensino, do tema e da forma como seria feita a sondagem. Esse processo foi descrito na seção sobre a metodologia. Os dados gerados pela sondagem foram tratados pelo método de análise de conteúdo e a descrição e interpretação das categorias criadas estão nos capítulos 4 e 5.

Ainda na metodologia, está descrita a proposta de intervenção educativa, que conta com uma sequência didática composta de sete atividades, incluindo um caso para estudo pelos estudantes. O objetivo geral das atividades realizadas foi desenvolver o pensamento crítico de estudantes de 1º ano do Ensino Médio (EM) sobre questões ambientais relacionadas ao desaparecimento de espécies de abelhas. Para isso, levantamos questionamentos, estimulando reflexões e

discussões sobre os problemas ligados ao desaparecimento de abelhas, suas causas e consequências. No intuito de estimular a reflexão e o protagonismo estudantil, com base em trabalhos que utilizaram o estudo de caso como método de ensino-aprendizagem (HERREID, 2005; 2007), desenvolvemos uma história com uma situação-problema de desaparecimento de abelhas em uma propriedade rural local. Além da ficção, para uma contextualização maior, levamos os estudantes, em saída a campo, ao Sítio Geranium, local considerado importante para a obtenção de informações que pudessem ajudá-los na resolução do caso. Com essa intervenção buscamos contextualizar mais o ensino de ecologia no EM, de modo a contribuir para que os estudantes desenvolvessem pensamento crítico e para sua formação como cidadãos críticos, preparados para tomar decisões conscientes em sociedade, como preconiza o enfoque CTSA.

Ao final da dissertação, apresentamos uma proposição de ação profissional docente (PAPD). Em nossa proposição, explicamos alguns conceitos que estruturaram nossa pesquisa e sugerimos atividades didáticas para a abordagem de questões socioambientais no ensino de Ecologia, esperando contribuir com o cenário educacional brasileiro.

1. INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas em ensino de Ciências têm buscado uma educação científica mais próxima da realidade dos estudantes. Para alguns pesquisadores, essa aproximação é uma forma de manter os educandos interessados nas aulas de ciências. Entretanto, ao situar o ensino de ciências no contexto social, abordagens como a do enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) ou CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) têm como pretensão a formação de cidadãos críticos, preparados para tomar decisões em sociedade, de forma mais consciente, a respeito de questões que envolvam a Ciência e a Tecnologia (C&T) (SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS, 2007).

Estudos de caso têm sido uma aposta para a contextualização do ensino em diversas áreas, inclusive no contexto da educação em ciências com enfoque CTS. Silva, Oliveira e Queiroz (2011) utilizaram o estudo de caso como ferramenta para alcançar objetivos da educação CTS. Dentre esses objetivos, está o desenvolvimento de pensamento crítico, um dos focos desta investigação.

Nesta dissertação, trabalhamos com a noção de questões socioambientais, visto que um dos pilares desta pesquisa é a educação ambiental crítica. Questões socioambientais, no contexto desta pesquisa, são assuntos que concernem à sociedade e ao ambiente compreendidos de maneira complexa, de modo que a sociedade está inserida no ambiente, e ambos não podem ser tratados separadamente, pois um interfere no outro (LEFF, 2003; CARVALHO, 2008). A abordagem socioambiental é integradora e busca identificar os atores sociais envolvidos, sua influência nas questões em discussão e como o socioambiente é afetado. Além de tratar dessas questões, também é preciso propor atividades que estimulem a tomada de decisões de forma consciente e a participação ativa dos estudantes (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011). Sendo assim, o estudo de caso parece ser uma opção coerente para o desenvolvimento de pensamento crítico no âmbito do ensino de ciências.

Pensando em um tema socioambiental para ser trabalhado em um estudo de caso no ensino de Biologia, chegamos ao desaparecimento das abelhas, assunto explorado na mídia em 2016 após a inclusão de espécies de abelhas norte-

americanas na lista de animais ameaçados de extinção (USA, 2016). Dentro do ensino de Biologia, o tema escolhido apresenta potencialidades e afinidades com os conteúdos de Ecologia, que costumam ser trabalhados no 1º ano do Ensino Médio. Segundo Motokane (2015), o ensino de Ecologia ainda se mostra memorístico e, mesmo quando os estudantes discutem temas ambientais em sala de aula, têm dificuldade de relacioná-los com a base científica apresentada nas aulas de Ecologia. Ao considerar o uso de sequências didáticas investigativas², o autor ressalta "a importância de alinhá-las com as propostas de uma alfabetização científica que promova a educação libertadora, de modo a auxiliar a formação de cidadão crítico, capaz de compreender a ecologia e utilizar seus conhecimentos na sua vida." (MOTOKANE, 2015, p. 118).

Buscando unir educação ambiental e enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), o objetivo desta pesquisa é investigar o potencial de um estudo de caso no ensino de Ecologia, para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre questões socioambientais por estudantes de Ensino Médio. Para tanto, estudamos o desenvolvimento de pensamento crítico por estudantes do 1º ano do EM de uma escola pública localizada na Região Administrativa do Cruzeiro-DF durante intervenção educativa com estudo de caso, apresentando um problema socioambiental. Assim nossas perguntas nesta pesquisa são: (1) Quais desafios se impõem em abordagens de ensino com questões socioambientais para a formação de cidadãos críticos? E (2) como podemos superar esses desafios?

Após esta introdução, no referencial teórico, apresentaremos as ideias de autoras e autores que nos influenciaram e nos guiaram na elaboração desta proposta, explicitando a perspectiva crítica à qual nos referimos neste trabalho.

² Sequências didáticas investigativas são "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos" (ZABALA, 1998 *apud* MOTOKANE, 2015) utilizadas no ensino por investigação (MOTOKANE, 2015).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

Educação Ambiental (EA) é um campo que engloba diferentes vertentes de pensamento e ação (CARVALHO, 2004; SAUVÉ, 2008), com diferentes ideias de ambiente, da relação homem-natureza e sobre o objetivo principal da prática educativa (SAUVÉ, 2008). A concepção de EA que permeia este trabalho está de acordo com a vertente de crítica social descrita por Lucie Sauvé (2008). Nessa perspectiva, destacam-se a contextualização, a resolução de problemas locais e o diálogo entre “saberes científicos formais, saberes cotidianos, saberes de experiência, saberes tradicionais, etc.” (SAUVÉ, 2008, p. 31), confrontando-os entre si, tendo como objetivo “fazer surgir progressivamente uma teoria da ação socioambiental (um saber-ação)” (SAUVÉ, 2008, p. 32). Essa teoria implica a reflexão e o questionamento sobre a ação em prática e sobre os fundamentos dessa prática (SAUVÉ, 2008). Em outro trabalho, ao descrever alguns dos diversos modos de “apreender o meio ambiente”, Lucie Sauvé pondera que o educador precisa considerar, entre outras, a faceta da nossa relação com o ambiente sob a visão do “meio ambiente-problema”. Apesar do nome, essa forma de compreender o ambiente não o reduz a “problema”. Ao contrário, traz uma compreensão complexa e está alinhada com nossas propostas nesta pesquisa, pois:

Exige o desenvolvimento de habilidades de investigação crítica das realidades do meio em que vivemos e de diagnóstico de problemas que se apresentam. Trata-se, inicialmente, de tomar consciência de que os problemas ambientais estão essencialmente associados a questões socioambientais ligadas a jogos de interesse e de poder, e a escolhas de valores. E de resto, a educação ambiental estimula o exercício da resolução de problemas reais e a concretização de projetos que visam a preveni-los. O desenvolvimento de competências nessa área fortalecerá o sentimento de que se pode fazer alguma coisa, e este sentimento, por sua vez, estimulará o surgimento de uma vontade de agir (SAUVÉ, 2005, p. 318).

A concepção de EA adotada nesta pesquisa está afinada com a própria abordagem metodológica aqui assumida. Por se tratar de uma pesquisa-intervenção está apoiada por alguns pressupostos como emancipação e transformação social, que também estão presentes no que Isabel Carvalho (2004) descreve como EA crítica.

Um princípio fundamental da EA crítica é a contribuição para a formação de sujeitos ecológicos, conceituados como:

um tipo de subjetividade orientada por sensibilidades solidárias com o meio social e ambiental, modelo para a formação de indivíduos e grupos sociais capazes de identificar, problematizar e agir em relação às questões socioambientais, tendo como horizonte uma ética preocupada com a justiça ambiental (CARVALHO, 2004, p. 18-19).

É importante enfatizar o caráter de modelo ideal do sujeito ecológico (CARVALHO, 2008), sendo este uma subjetivação que pode ser considerada um horizonte a se buscar, que, apesar de praticamente inatingível em sua totalidade, consideramos ser tangível no sentido de orientar a prática social dos sujeitos.

Sem desconsiderar o aspecto subjetivo, individual, na concepção de EA aqui adotada, são colocadas em evidência as relações do indivíduo com a sociedade e vice-versa, em uma perspectiva integradora e marcada por um caráter político (CARVALHO, 2004).

A dimensão política da EA crítica caracteriza-se pela proposição de um novo modelo de sociedade, rejeitando tanto a perspectiva individual, quanto a perspectiva de coletivos abstratos, isto é, tão amplos que não é possível identificar um direcionamento das ações propostas. “Na perspectiva de uma educação ambiental crítica, a formação incide sobre as relações indivíduo-sociedade e, neste sentido, indivíduo e coletividade só fazem sentido se pensados em relação.” (CARVALHO, 2004, p. 20).

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, procuramos explicitar sua afinidade com a EA crítica, principalmente em relação a algumas ideias colocadas por Isabel Carvalho, como:

Promover a compreensão dos problemas socioambientais em suas múltiplas dimensões: geográficas, históricas, biológicas, sociais e subjetivas; considerando o ambiente como o conjunto das inter-relações que se estabelecem entre o mundo natural e o mundo social, mediado por saberes locais e tradicionais, além dos saberes científicos;

(...)

Formar uma atitude ecológica dotada de sensibilidades estéticas, éticas e políticas sensíveis à identificação dos problemas e conflitos que afetam o ambiente em que vivemos;

Implicar os sujeitos da educação com a solução ou melhoria destes problemas e conflitos através de processos de ensino-aprendizagem (...) (CARVALHO, 2004, p. 21).

Segundo a autora, a EA crítica relaciona-se com a formação de “sujeitos sociais emancipados” e críticos. A formação de cidadãos críticos está diretamente relacionada à educação com enfoque CTSA, que será abordada mais adiante.

Apesar de, nesta seção, ter sido tratada apenas a educação ambiental crítica, outras concepções podem ter influenciado esta dissertação. Tanto Lucie Sauvé (2008) quanto Isabel Carvalho (2004) deixam claro que a classificação e a caracterização não são rígidas, nem excludentes. Há, portanto, outras concepções de EA que devem ser respeitadas (CARVALHO, 2004), considerando também a existência de interfaces entre elas (SAUVÉ, 2008). Assim, foi escolhida a vertente de EA que orienta esta pesquisa, mas sem excluir outras influências.

Além das ideias supracitadas, neste trabalho entendemos a EA crítica como tendo os seguintes objetivos: questionar as raízes das questões socioambientais (o que significa questionar também nosso modelo de sociedade atual), formar sujeitos ecológicos (como já mencionado), identificar atores sociais e políticos envolvidos nos problemas socioambientais, responsabilizando-os de maneira proporcional à sua participação na trama complexa desses problemas, promover mudanças na sociedade e promover a justiça socioambiental. Em relação às características de um sujeito ecológico, além das descritas por Isabel Carvalho (2004), acreditamos ser necessário: refletir sobre ações e ter responsabilidade socioambiental, ou seja, pensar sobre suas ações e responsabilidades como indivíduo e como parte de uma coletividade que compõe o socioambiente, além de ser um exemplo a ser seguido, em termos de responsabilidade socioambiental.

Quando usamos o termo socioambiental, queremos nos referir a algo mais amplo, que expresse o pertencimento das sociedades humanas ao ambiente (CARVALHO, 2008) e as diferentes interpretações da relação natureza-sociedade, que dependem do contexto histórico-cultural de quem a interpreta (CARVALHO, 2003). Nessa perspectiva, não é possível pensar o mundo natural de forma separada do mundo social, pois nós, seres humanos, estamos inseridos no ambiente natural e os acontecimentos de um refletem no outro, pois fazemos parte de uma rede complexa de inter-relações com a natureza. Também é preciso

considerar os valores políticos e culturais que influenciam as visões de natureza presentes nas tensões em torno de problemáticas ambientais (CARVALHO, 2003). Assim, para compreender questões socioambientais é necessária uma visão mais ampla e um estudo mais aprofundado que leve em consideração a complexidade dessas questões.

Leff (2003, p. 22) descreve a complexidade ambiental como

“uma compreensão do mundo, incorporando o limite do conhecimento e a incompletude do ser. Implica saber que a incerteza, o caos e o risco são ao mesmo tempo efeito da aplicação do conhecimento que pretendia anulá-los, e condição intrínseca do ser e do saber.”

Essa forma de ver e pensar o ambiente e a relação ambiente-sociedade nos leva a considerar os valores e interesses envolvidos no conhecimento sobre o mundo, na tomada de decisões e nas formas de dominação da natureza, faz-nos questionar, “abrindo um espaço para um encontro entre o racional e o moral” (LEFF, 2003, p. 22).

Pelo olhar da EA crítica que permeia este trabalho, as contradições da nossa sociedade envolvem as relações de dominação homem-homem e homem-natureza, nas quais ocorre exploração de recursos humanos e de recursos naturais, respectivamente. Desse modo, propõe-se “instrumentar os sujeitos para uma prática social ecológica e democrática”, para que possamos superar essas contradições (TOZONI-REIS, 2004 *apud* TOZONI-REIS, 2007, p. 213) e defender a justiça ambiental.

Na perspectiva crítica da EA, quando falamos em justiça ambiental, estamos defendendo o direito expresso no artigo 225 da Constituição Federal de 1988:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

Para alcançarmos a justiça ambiental, é preciso superar as contradições de nossa sociedade, objetivo da educação na perspectiva crítica.

Este trabalho foi pensado sob a perspectiva da EA voltada para o uso do saber ambiental problematizado "para a construção de uma nova racionalidade

social e ambiental”, em que haja justiça, sustentabilidade e democracia (TOZONI-REIS, 2007, p. 214). Sendo assim, iluminadas pela vertente de EA aqui apresentada, propusemos a estudantes de Ensino Médio a análise crítica de um tema socioambiental: o desaparecimento das abelhas. O caráter emancipatório está marcado neste trabalho por uma intencionalidade em preparar os estudantes para que se posicionem sobre as questões socioambientais a partir de uma análise criteriosa das informações.

Com o intuito de construir um referencial analítico para esta pesquisa, entendemos que, apesar de estar focada na visão socioambiental da relação humano-natureza, seja importante considerar outras formas de compreensão dessa relação, entre elas, duas muito comuns: a visão natural e a visão racional (TOZONI-REIS, 2002).

A visão natural percebe o ambiente como natureza, na qual a humanidade não está inserida. A natureza é vista como bela, pacífica e em equilíbrio, mas quando se relaciona com a humanidade, sofre consequências sempre prejudiciais (CARVALHO, 2008). Essa interferência pode ocorrer através da ciência e da tecnologia (C&T), sendo essas também consideradas maléficas para o ambiente natural. A partir dessa interação negativa, a natureza pode querer se vingar e para cessar essa vingança, os seres humanos deveriam retornar ao ambiente natural (TOZONI-REIS, 2002), sem C&T, reestabelecendo a harmonia perdida.

Na visão racional, o foco é o conhecimento científico (TOZONI-REIS, 2002), em que o cientista é o sujeito do conhecimento e a natureza é o seu objeto de estudo (LEFF, 2003). A relação natureza-sociedade é caracterizada pela dominação da primeira pelos seres humanos. Outra característica dessa visão é dar um tratamento utilitário à natureza, em que os bens naturais são considerados recursos que devem satisfazer as sociedades humanas. Existe, portanto, uma preocupação em educar a sociedade para que use os recursos naturais de forma racional, de modo que eles não se esgotem (TOZONI-REIS, 2002). A visão racional, também traz consigo a concepção salvacionista, que se caracteriza pela crença de que todos os problemas socioambientais podem ser resolvidos pela C&T (SANTOS; MORTIMER, 2000; VILCHES; GIL PÉREZ; PRAIA, 2011).

2.2 ENSINO DE ECOLOGIA

Ecologia é outro termo que pode abranger diferentes significados. Dentre eles, o original, também chamado de Ecologia Natural, foi proposto em 1866, pelo biólogo alemão Ernest Haeckel, para designar a área da ciência que estudaria as relações entre os seres vivos (LAGO; PÁDUA, 1991; MOTOKANE; TRIVELATO, 1999; CARVALHO, 2008). É nesse sentido, predominantemente, que a palavra Ecologia é entendida no âmbito educacional (considerando a expansão de seu campo de estudo desde a sua proposição até os dias de hoje). Além desse, existem também outros significados atribuídos à palavra Ecologia, o que levou Lago e Pádua (1991) a agrupá-los em quatro campos: Ecologia Natural, Ecologia Social, Conservacionismo e Ecologismo. "As duas primeiras de caráter mais teórico-científico e as duas últimas voltadas para objetivos mais práticos de atuação social." (p.13)

A Ecologia Social estuda as questões relacionadas à interferência humana no ambiente. O Conservacionismo agrupa militantes que defendem a conservação do meio natural, criticando os aspectos da estrutura socioeconômica que afetam diretamente o meio ambiente, mas sem apresentar alternativas para o modelo vigente, pois dão menor atenção a outras questões afetadas por ele, como o desenvolvimento humano (LAGO; PÁDUA, 1991).

O Ecologismo, por sua vez, engloba os ideais do conservacionismo, porém de forma mais crítica. Esse movimento questiona o modelo de sociedade vigente. Considera necessária uma mudança radical desse modelo "socialmente injusto", para que a humanidade não entre em colapso, rejeitando o controle exercido pelo Estado sobre os bens naturais, privando a população de acessá-los livremente (esse controle é chamado de "ecofascismo"³) (LAGO; PÁDUA, 1991). Um exemplo de ecofascismo seria o racionamento de água, que priva a população do abastecimento hídrico, mas as pessoas que têm melhor condição socioeconômica podem comprar água de outras fontes (caminhão pipa, por exemplo) e a quem não tem essa condição resta ajustar-se à falta desse recurso durante o período de racionamento. A crítica ao ecofascismo não deve ser entendida como uma negação à conservação

³ Mauro Grün (1996) considera o ecofascismo como uma "radicalidade verde" nas decisões políticas, desconsiderando seres humanos.

de recursos, mas como uma preocupação também com o bem-estar da população e com ideais democráticos, além das preocupações conservacionistas. O Ecologismo se pauta no que Isabel Carvalho (2008) chama de visão socioambiental das relações entre natureza e sociedade, é entendido como o movimento social ecológico “que se caracteriza pela compreensão holística do mundo e defende a construção de relações ambientalmente justas com a natureza e entre os seres humanos” (CARVALHO, 2008, p. 40).

A Ecologia Natural, a Ecologia Social, o Conservacionismo e o Ecologismo podem estar presentes na educação escolar e a relação dessas outras “ecologias” com a preocupação ambiental fica evidente em alguns documentos de propostas de ensino de Ciências Naturais (MOTOKANE; TRIVELATO, 1999). Nesses documentos, o ensino de Ecologia muitas vezes trata dos temas ambientais e, conseqüentemente, se aproxima da EA. Segundo Isabel Carvalho (2008, p. 40): “Mais do que a ciência ecológica, é o ecologismo que constitui a origem da EA e do sujeito ecológico.”

Quando foi concebida pelos movimentos ecológicos, a EA pretendia conscientizar a população sobre a crise ambiental e “envolver os cidadãos em ações sociais ambientalmente apropriadas.” (CARVALHO, 2008, p. 52). Com o tempo, a EA foi se aproximando e se integrando ao campo educacional e passou a ser objeto de políticas públicas (CARVALHO, 2008).

A EA se encaixa perfeitamente (mas não exclusivamente) em meio aos conteúdos de Ecologia, visto que aquela já foi considerada um conteúdo transversal pela legislação educacional brasileira. Esse *status* de conteúdo transversal dado à EA havia sido conquistado formalmente 2002, com o Decreto no 4.281, que regulamenta a Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, e em seu artigo 5º estabelece que:

Na inclusão da Educação Ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, recomenda-se como referência os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais, observando-se:

I - a integração da educação ambiental às disciplinas de modo transversal, contínuo e permanente; e

II - a adequação dos programas já vigentes de formação continuada de educadores.

De modo que, segundo a Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012 que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental em seu artigo 14 inciso II, a EA, nas instituições de ensino, deve ter uma "abordagem curricular integrada e transversal, contínua e permanente em todas as áreas de conhecimento, componentes curriculares e atividades escolares e acadêmicas" (BRASIL, 2012). O professor pode situar sua prática em diferentes vertentes de EA, influenciando, de forma mútua, sua concepção de Ecologia.

Portanto, além da Ecologia Natural (presente nos currículos formais), outra compreensão de Ecologia que apresenta afinidade com o trabalho aqui apresentado é o Ecologismo, pois um de seus objetivos é a mudança social. Esse desejo de mudança também está presente na sequência didática planejada para a intervenção educativa desenvolvida nesta pesquisa.

Neste trabalho, entendemos que o ensino de Ecologia na perspectiva crítica deve ser mais contextualizado. Por exemplo, os conteúdos de Ecologia podem ser trabalhados a partir de tema socioambiental. Além disso, vemos como necessário, nas aulas de Ecologia, estimular estudantes a questionarem o papel dos indivíduos humanos e das sociedades humanas no equilíbrio dos ecossistemas. Para isso, é fundamental que o ensino de Ecologia considere seres humanos como parte do ambiente, não como algo externo ao meio natural. É preciso considerar o espaço e o papel das sociedades no ambiente.

2.3 EDUCAÇÃO CTSA

A abordagem CTS vem sendo bastante discutida no âmbito do Ensino de Ciências e entre seus objetivos estão a formação de cidadãos críticos, o letramento científico⁴ e o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões na sociedade democrática, de forma responsável, sobre questões que envolvam Ciência-Tecnologia-Sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2000; SANTOS, 2007). O enfoque CTS surgiu, entre outros fatores, como reação ao modelo cientificista, que vê a Ciência moderna como neutra, os cientistas como imparciais e, conseqüentemente, os produtos científico-tecnológicos como sendo sempre benéficos para a sociedade

⁴ Letramento científico pode ser conceituado como o uso da linguagem e do conhecimento científicos na prática social do indivíduo (SANTOS, 2007).

e capazes de “salvar” a humanidade de todos os males (SANTOS; MORTIMER, 2000).

Apesar de alguns autores afirmarem que as questões ambientais já estão incluídas no ensino de ciências com enfoque CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000), outros argumentam que a EA pode acabar sendo relegada ao segundo plano e que, portanto, a sigla deveria incluir o ambiente, tornando-se CTSA (VILCHES; GIL PÉREZ; PRAIA, 2011). Neste trabalho, esta será a sigla adotada, pois concordamos com a ideia de que a EA precisa ser evidenciada, assim, destacam-se também as relações entre CTS e o ambiente. Para discutir problemas complexos como a crise ambiental, são necessárias abordagens que superem o modelo simplista e reducionista de uma educação baseada no cartesianismo. Evidenciando a EA, enfrentam-se as “áreas de silêncio” presentes na educação moderna, as quais se caracterizam “por uma ausência, às vezes completa, de referência ao meio ambiente” (GRÜN, 1996, p. 51). A EA, na perspectiva crítica, traz para a discussão da crise ambiental os aspectos éticos, históricos e políticos e, em abordagens como a CTSA, os insere no ensino de ciências.

A abordagem CTSA também aborda questões socioambientais. Para Farias e Freitas (2007), nesse enfoque do ensino de ciências é importante aprofundar as causas da problemática ambiental e relacioná-la com “determinados modelos de desenvolvimento e de interações C&T” (FARIAS; FREITAS, 2007, p. 11). Neste contexto, tem-se como um dos objetivos a formação de uma cidadania ambiental (FARIAS; BAROLLI, 2013), que busque um novo contrato social, integrando aspectos como direitos humanos, economia, ecologia, conhecimento e política (SANTOS, 2005 *apud* FARIAS; BAROLLI, 2013). Além de temáticas semelhantes (BETTENCOURT, 2000), EA e CTSA dividem a preocupação com a formação de cidadãos críticos em relação à C&T e suas implicações nas questões socioambientais e também com o desenvolvimento de atitudes e práticas democráticas frente a essas questões (FARIAS; FREITAS, 2007).

No Distrito Federal, entre os eixos transversais que fundamentam o Currículo da Educação Básica está a Educação para a Sustentabilidade (DISTRITO FEDERAL, 2013). Vilches, Gil Pérez e Praia (2011) consideram que a Educação para a Sustentabilidade possui objetivos comuns com enfoque CTSA e argumentam que tanto essa educação quanto a EA “estão a confluir para um único movimento

cujo objetivo é construir uma nova mentalidade, uma nova ética e uma nova práxis, para alcançar um futuro sustentável.” Entretanto, esses autores identificaram obstáculos na caminhada dos cidadãos rumo a esse futuro, entre eles: a falta de complexidade das abordagens dos problemas da humanidade (VILCHES; GIL PÉREZ; PRAIA, 2011), o que pode levar as pessoas a crerem que não são tão graves ou tão difíceis de se resolver assim. O paradigma da complexidade ambiental tenta superar a “racionalidade instrumental da ciência moderna”, apontada como uma das causas da crise ambiental (LEFF, 2003, p. 31). Em uma perspectiva CTSA de educação, com a EA mais evidente, o que se busca é formar cidadãos mais críticos no que diz respeito às relações do ambiente com C&T e às questões socioambientais.

Na visão natural sobre a relação humano-natureza, a interferência humana no ambiente natural por meio de C&T é vista de forma negativa. Já na visão socioambiental, o conhecimento científico é reconhecido como importante para a compreensão de questões socioambientais, porém outros conhecimentos também são considerados necessários para buscar respostas a problemas inéditos que são historicamente colocados para as sociedades complexas. No enfoque CTSA, o mesmo ocorre: C&T são valorizadas, mas também suas limitações e sua insuficiência são reconhecidas.

Para uma abordagem complexa dos problemas socioambientais, uma alternativa é um ensino de ciências contextualizado. Martins e Paixão (2011) consideram que o ensino com enfoque CTS teve como precursor o ensino em contexto, que explicitaremos a seguir.

2.3.1 A abordagem contextualizada e o estudo de caso como estratégia de ensino- aprendizagem

O ensino com enfoque CTS teve como precursor o ensino em contexto (MARTINS; PAIXÃO, 2011). O ensino de ciências contextualizado está diretamente relacionado ao letramento científico, um dos objetivos do ensino de ciências com enfoque CTS. Essa proposta de ensino parte da sociedade, ou seja, parte do contexto para então trabalhar conceitos científicos (MARTINS; PAIXÃO, 2011). Nessa perspectiva, os conteúdos ficam subordinados ao contexto, não o contrário. Segundo Isabel P. Martins e Maria de Fátima Paixão:

Essa forma é a que mais motiva os alunos na aprendizagem das ciências, por proporcionar uma relação mais direta da ciência da escola com a vida cotidiana, por facultar contributos para a resolução de problemas reais que se ligam diretamente com o exercício da cidadania (MARTINS; PAIXÃO, 2011, p. 149).

As autoras fazem referência a dois tipos de contextualização: o extrínseco e o intrínseco. O primeiro diz respeito ao uso de situações reais como exemplos e o segundo ao que é percebido cognitivamente pelo estudante (VAN ROOYEN, 1994 *apud* MARTINS; PAIXÃO, 2011). Martins e Paixão (2011) também descrevem os três níveis da contextualização intrínseca: macro, meso e microcontextualização.

O nível da macrocontextualização refere-se às relações que podem ser estabelecidas entre os conceitos e as experiências humanas. O nível da mesocontextualização diz respeito à necessidade de estabelecer pontes entre os vários temas estudados para evitar a compartimentação de saberes mesmo dentro da mesma área disciplinar. O nível da microcontextualização tem a ver com a compreensão de aspectos particulares dos conceitos, recorrendo a comparações com conceitos e domínios mais familiares. (MARTINS; PAIXÃO, 2011, p. 150).

Nesta pesquisa, partindo da contextualização extrínseca, com um tema socioambiental, buscamos atingir a contextualização intrínseca, auxiliando os estudantes a estabelecerem as relações necessárias para isso.

No sentido de buscar a aproximação da ciência escolar com a vida dos estudantes, uma estratégia de ensino chama a atenção: o estudo de caso. O estudo de caso é uma derivação da Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning - PBL*)⁵. Esse método de ensino começou a ser usado nas faculdades de direito e negócios, nos Estados Unidos, há mais de cem anos, sendo muito empregado também nas faculdades de medicina, chegando ao Canadá, de onde se difundiu pelo mundo (HERREID, 2005). Segundo Herreid (2005), estudos de caso podem ser definidos como histórias com uma mensagem educacional. Entretanto, ao longo do tempo foram se transformando, ganhando mais complexidade e variações em seu formato, como um método de aula, discussão com toda a classe (ou turma), pequenos grupos, instrução de caso individual e método misto (HERREID, 2005).

⁵ Esse método de ensino começou a ser utilizado em cursos de medicina, onde os estudantes recebiam um caso de algum paciente e, ao longo de três aulas, deveriam pesquisar e discutir os possíveis diagnósticos, buscando solucionar o caso. Hoje existem variações desse método (HERREID, 2007).

Acreditamos que o estudo de caso possa ser uma forma de expor questões socioambientais na escola de modo contextualizado. Em artigo publicado em 1997, Clyde F. Herreid elenca as características de um bom estudo de caso: (1) contar uma história; (2) focar em um problema que desperta interesse; (3) situar-se nos últimos cinco anos; (4) criar empatia com a personagem principal; (5) apresentar discurso direto (das falas das personagens); (6) ser relevante para o leitor; (7) ter utilidade pedagógica; (8) provocar conflitos; (9) forçar a tomada de decisão; (10) ter uma aplicabilidade geral, abrangente; (11) ser curto. Algumas dessas características deixam clara a intenção de aproximação com a realidade de seu público alvo.

Ao elaborar um estudo de caso sobre uma questão socioambiental, buscamos a identificação dos estudantes com os personagens (para que se gere um sentimento de empatia), o sentimento de pertencimento ao ambiente, estimulando a implicação do sujeito na questão socioambiental. Para alcançar esses objetivos, com base nas características listadas por Herreid (1997), contamos uma história situada em um passado recente, apresentamos uma mensagem de *e-mail* com discurso direto, com personagens de uma região próxima à dos estudantes e que, ao final, pedia-lhes que ajudassem uma personagem a entender o que causava o problema apresentado e propusessem uma solução. Outro objetivo do uso dessa estratégia foi que os estudantes se sentissem responsáveis e preparados para a tomada de decisões e atitudes a respeito do tema do caso. Nesse sentido, consideramos o estudo de caso um meio para auxiliar na formação de cidadãos que se aproximem de um sujeito ecológico, como preconizado pela EA crítica de Isabel Carvalho (2004).

Farias e Barolli (2013) veem casos controversos como uma possibilidade para a formação de cidadania, levando ao desenvolvimento de “estabilidade de julgamento científico e ético” (FARIAS; BAROLLI, 2013, p. 1133). Para essas autoras, o paradigma indiciário para a análise de casos controversos que tratem de questões socioambientais é uma alternativa ideal para superar “uma cultura da simplificação e do reducionismo em direção a uma ‘cultura da complexidade’” (FARIAS; BAROLLI, 2013, p. 1135). Não é possível uma abordagem de temas socioambientais no modelo de ensino tradicional, acrítico. Para compreender temas complexos como as questões socioambientais, é necessário abordá-los de forma complexa, conectando elementos de diferentes áreas (sociais, culturais, políticos,

econômicos) e considerando diversos posicionamentos e conhecimentos sobre o tema (FARIAS; BAROLLI, 2013). Farias e Barolli (2013) ressaltam também a importância de lidarmos com a incerteza quando analisamos um caso sob o paradigma indiciário. Não há uma resposta correta e fechada, não há o lado certo e o lado errado, mas existem vários lados (posicionamentos) e conhecimentos sobre o assunto tratado no caso estudado. É preciso problematizar tudo isso e buscar formar valores que orientem o desenvolvimento de atitudes a partir do estudo do caso. É preciso dialogar com o caso, sem impor convicções, visando ao planejamento do futuro, de forma consciente (FARIAS; BAROLLI, 2013).

Por envolver grupos com diferentes visões, valores e interesses e estar situado na complexa teia da crise ambiental, o desaparecimento das abelhas figura-se como questão socioambiental. Esta dissertação propõe que o tema seja abordado com uma visão mais ampla, que busque considerar os diversos contextos envolvidos e que busque pensar o que ainda não foi pensado (LEFF, 2003). O desaparecimento das abelhas pode ser considerado, além de um tema socioambiental, um caso controverso, visto que há diferentes atores sociais envolvidos, com diferentes interesses e não se sabe ao certo o que está causando o problema, embora suspeite-se que seja fruto da combinação de alguns fatores como o estado de saúde e o manejo inadequados das colmeias, o uso de agrotóxicos e mudanças climáticas (PIRES *et al.*, 2016). Sendo assim, escolhemos esse tema para a realização da intervenção educativa de EA crítica e elaboramos um caso para estudo, porém a intervenção como um todo pode ser considerada como um estudo de caso, para investigar seu potencial para o desenvolvimento de pensamento crítico de estudantes do 1º ano do EM.

2.4 PENSAMENTO CRÍTICO

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN, Lei 9.394/96, (BRASIL, 1996) disciplina em seu artigo 35 as finalidades do Ensino Médio, dentre elas, no inciso III: “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”.

O termo “pensamento crítico” pode expressar diferentes entendimentos. Celina Tenreiro-Vieira e Rui M. Vieira (2013), a partir de uma revisão de literatura,

construíram um quadro com uma síntese descritiva das dimensões envolvidas no pensamento crítico e nos letramentos científico e matemático, evidenciando as convergências entre esses três conceitos. Desse quadro é possível extrair alguns fatores⁶ que compõem a ideia de pensamento crítico que serviu de base para a sondagem de pensamento crítico (tópico 3.2 da metodologia), segundo alguns deles: analisar e/ou avaliar informações, razões, argumentos, processos de pensamento, crenças e linhas de ação, avaliar a credibilidade de fontes, basear-se em critérios, ser capaz de argumentar e contra argumentar, buscar e analisar diferentes pontos de vista, identificar falácias, tirar conclusões e fazer juízos de valor, ter autoconfiança no uso de suas capacidades, ter abertura de espírito⁷, ter uma postura questionadora e procurar estar bem informado (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Apesar de o conceito de pensamento crítico (PC) descrito por Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) ter sido importante na primeira fase da pesquisa, a visão que permeia a segunda fase e a maior parte deste trabalho é outra. A noção de PC trazida por Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) tem caráter cognitivo, como uma ferramenta para a compreensão de questões relacionadas ao ensino de ciências (e matemática). Entretanto, quando falamos da formação de cidadãos críticos no âmbito da EA e de algumas correntes de CTSA, entram em cena princípios da Pedagogia Crítica. Seu objetivo é uma formação pautada pelos processos reflexivos, que envolvem discussão, compreensão e, por último, a ação transformadora sobre as relações sociais de dominação. O processo educativo está marcado por essa intencionalidade e pelo compromisso com a emancipação dos sujeitos, além da transformação das relações de dominação (TOZONI-REIS, 2007). Marcas que também estão presentes na EA crítica. As relações de dominação, às quais os autores da Pedagogia Crítica se referem, são entendidas neste trabalho como a dominação de seres humanos por outros seres humanos e a dominação da natureza por seres humanos.

Portanto, entre a primeira e segunda fase da pesquisa, passamos a entender PC no contexto da EA crítica e da complexidade ambiental. Nessa concepção, PC

⁶ Existem fatores que não estão de acordo com a perspectiva desta pesquisa, por exemplo “controle de variáveis”.

⁷ “Abertura de espírito” é uma expressão portuguesa. No Brasil, está mais próxima de “abertura de mente”, no sentido de abrir-se para conhecer outros pontos de vista, ser receptivo a diferentes formas de pensamento.

está relacionado à compreensão das relações sociedade-natureza, à educação para mudança social e promoção de justiça ambiental e à intervenção nas questões ambientais, além da mudança de valores e atitudes orientada pelo ideal do sujeito ecológico (CARVALHO, 2004). No âmbito da complexidade ambiental, o pensamento crítico está voltado para pensar o que ainda não foi pensado, com base no que já foi pensado (LEFF, 2003), ou seja, para refletir sobre outras formas de entender o ambiente e as relações que nele se dão.

Nesse sentido, acreditamos que estratégias de ensino contextualizadas, como o estudo de caso com um tema socioambiental, possam propiciar o desenvolvimento de PC. Assim, durante a intervenção educativa, procuramos levar os estudantes a repensar as relações humanas, a relação sociedade-natureza, nosso modo de vida e ações ou formas de agir. Buscamos provocar uma ampliação da sua forma de ver e pensar as questões socioambientais e também fazer um convite a assumirem uma postura ativa na tomada de decisões e de atitudes transformadoras sobre o desaparecimento das abelhas.

2.5 INTERLIGAÇÕES

Nesta pesquisa recorreremos às autoras e aos autores citados por enxergarmos interligações entre seus trabalhos e correntes de pensamentos, começando pelo tema escolhido por nós, que pode ser inserido tanto no contexto da EA crítica quanto do ensino de ciências com enfoque CTSA. O desaparecimento das abelhas é uma temática socioambiental complexa que pode ser abordada a partir de diferentes perspectivas, mas aqui optamos pela perspectiva crítica.

Ao nosso ver, não seria possível a formação de PC a respeito de questões socioambientais sob um olhar que não tratasse o problema em toda sua amplitude. Pesquisando sobre a formação de cidadãos críticos, ou sobre a formação de pensamento crítico, pensamos não só na reflexão dos assuntos trabalhados nas aulas de ciências (e aqui mais especificamente, de Biologia), mas também na tomada de decisões e na formação de atitudes no sentido da transformação da sociedade e das relações de exploração humano-humano e humano-natureza.

A fim de estimular o desenvolvimento de pensamento crítico por estudantes de ensino médio sobre questões socioambientais, escolhemos como uma das ferramentas, ou meios, o estudo de caso. Vimos no estudo de caso uma

possibilidade para melhor contextualização do tema “o desaparecimento das abelhas”. A partir do artigo de Herreid (1997), elaboramos um caso de modo que os estudantes pudessem se identificar com os personagens e se vissem inseridos na questão socioambiental abordada. O estudo de caso também se mostrou uma possibilidade para auxiliar no processo de formação de sujeitos ecológicos, pois acreditamos que isso poderia, junto com outras estratégias de ensino, suscitar nos estudantes ao menos algumas das características de um sujeito ecológico (CARVALHO, 2008).

Como uma questão socioambiental complexa, o desaparecimento das abelhas poderia ser trabalhado em diferentes disciplinas e abrangendo diferentes conteúdos do currículo da Educação Básica. Contudo, decidimos realizar a intervenção educativa nas aulas de Biologia e, mais especificamente, durante o estudo dos conteúdos de Ecologia. Fizemos essa escolha, entre outros fatores, porque, além da histórica aproximação entre Ecologia e EA, vimos muitas possibilidades para trabalhar o tema relacionado a esses conteúdos, por exemplo, relações ecológicas, e ecologia de populações e comunidades. Sendo assim, pensamos no ensino contextualizado, partindo de um tema socioambiental para então trabalhar os conceitos e conteúdos requeridos pelo currículo do Ensino Médio. Em nossa intervenção didática, propusemos um ensino de Ecologia para a formação de cidadãos críticos, preparados para tomar decisões informadas, com base na “compreensão política e técnica da crise ambiental” (CARVALHO, 2008, p. 67), em consonância com os objetivos do enfoque CTSA.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa insere-se no cenário da investigação qualitativa. Essa metodologia de pesquisa é bastante utilizada nas Ciências Sociais, pois o foco da pesquisa – grupos de indivíduos e sociedades – possui “consciência histórica”, ou seja, dá significado às suas próprias produções (MINAYO, 2009, p. 13), sendo assim, é “essencialmente qualitativo” (MINAYO, 2009, p. 14). Bogdan e Biklen (1994) descrevem cinco características de pesquisas qualitativas⁸: (i) a fonte de dados é o ambiente em que ocorrem as interações e os processos investigados; (ii) os dados são descritos, não quantificados; (iii) o foco da investigação está no processo, não no fim; (iv) as questões relevantes vão sendo definidas ao longo da análise, não se trata de confirmar ou refutar hipóteses previamente definidas; (v) a forma como são entendidas determinadas ideias ou conceitos pelos indivíduos do cenário analisado é de suma importância.

Nossa pesquisa foi organizada em quatro etapas: (1) primeiros contatos com a escola e sondagem por meio de produções textuais de estudantes do EM sobre agrotóxicos; (2) intervenção educativa, por meio de estudo de caso, com estudantes de EM, de modo que propusessem soluções para uma dada situação-problema e (3) análise da produção dos estudantes pelo método de análise de conteúdo. Esse método consiste na descrição, análise e interpretação de sentidos atribuídos a textos (verbais ou não-verbais) produzidos por pessoas e requer contextualização para que esses sentidos sejam relevantes no âmbito da pesquisa. A análise de conteúdo deve ser orientada pelas “sensibilidade, intencionalidade e competência teórica do pesquisador” ou pesquisadora (FRANCO, 2007).

Antes da elucidação de cada etapa, apresentaremos como se deu a escolha da escola e das turmas com as quais este trabalho foi desenvolvido. Por se tratar de um tema relacionado ao ensino de Ecologia — conteúdo do 6º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio — e com um grau maior de complexidade, optamos por trabalhar com estudantes do 1º ano de EM. Após a decisão sobre o nível de ensino, iniciou-se a procura de uma escola para o desenrolar da pesquisa.

⁸ Os autores pontuam que nem todas as pesquisas consideradas qualitativas apresentam todas as cinco características (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

3.1 PRIMEIROS CONTATOS COM A ESCOLA E SONDAÇÃO DE PENSAMENTO CRÍTICO

Para a escolha da escola, foi feita entrevista aberta com uma professora de Biologia que trabalha em parceria com o Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas/UnB, como supervisora de bolsistas do projeto Biologia Animada, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Assim, escolhemos, a escola onde a referida professora trabalha: uma escola pública de Ensino Médio do DF vinculada à Coordenação Regional de Ensino do Plano Piloto/Cruzeiro-DF. Em visita intermediada pela professora, a proposta inicial da pesquisa foi apresentada ao coordenador e a outras professoras (de Química e de Língua Portuguesa-LP). Na segunda visita à escola, foram acertados os detalhes da atividade com a professora de LP, que levaria a proposta de redação aos estudantes. Em terceira visita, o diretor assinou termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), autorizando a pesquisa com as redações.

A primeira fase desta pesquisa teve como objetivo sondar o pensamento crítico dos estudantes sobre questões socioambientais, que tivessem relação com os conteúdos de Ecologia. Foram escolhidas as turmas que, em 2016, estavam cursando o 2º ano do EM, pois já teriam visto o conteúdo de Ecologia no ano anterior. Escolhemos o tema “O uso de agrotóxicos no Brasil” por ser um tema amplo e bastante controverso no contexto socioambiental do país e também porque os agrotóxicos são apontados como uma das possíveis causas do desaparecimento das abelhas (PIRES *et al.*, 2016).

A professora de LP levou aos estudantes das três turmas de 2º ano uma proposta de redação que deveria ser escrita durante a aula e entregue no mesmo dia. O tema foi “O uso de agrotóxicos no Brasil” e as instruções descritas no apêndice B foram dadas aos estudantes. As redações das três turmas foram entregues à pesquisadora, digitalizadas e devolvidas à professora.

A análise do conteúdo dos textos foi realizada com base nas cinco etapas descritas por Moraes (1999): preparação das informações, unitarização, categorização, descrição e interpretação.

A etapa de preparação das informações é semelhante à que Franco (2007) chama de pré-análise, com primeira leitura geral do conteúdo de todas as redações

(65) para obtenção de primeiras impressões, e posterior escolha dos documentos para análise. Foram analisadas 64 redações, pois uma era ilegível.

Cada redação recebeu um código, como RedA01, em que a letra revela a turma e os dígitos o número do/da estudante, na sequência da lista de chamada.

Na análise, foi considerada expressão de PC sobre o tema a presença de algum(ns) dos seguintes argumentos (considerados categorias *a priori*):

- a.1) acumulação de substâncias tóxicas ao longo dos níveis tróficos das cadeias/teias alimentares
- a.2) maior prejuízo a trabalhadores do campo que fazem uso de agrotóxicos
- b.1) controle de pragas
- b.2) monoculturas: alimento em abundância para determinados insetos e produção em larga escala
- b.3) agrotóxicos são desnecessários (esperava-se explicação do porquê)
- c.1) exemplos de práticas agrícolas alternativas ao uso de agrotóxicos

A unitarização contou com a formação de unidades de registro e de contexto. Em seguida, foram criadas categorias de análise respeitando as regras explicitadas por Franco (2007): a exclusão mútua; a pertinência; a objetividade e a fidedignidade; a produtividade. Além das categorias acima, foram criadas outras emergentes: problemas ambientais; problemas de saúde; funções dos agrotóxicos; alternativas; sustentabilidade; OGM (Organismo Geneticamente Modificado); hormônios; desinformação e normas. Finalmente, foram feitas a descrição das categorias e a interpretação, que serão apresentadas na seção resultados e discussão.

3.2 INTERVENÇÃO EDUCATIVA COM ESTUDO DE CASO

Para a intervenção, criamos um caso sobre uma questão socioambiental: o desaparecimento das abelhas (Apêndice C). Após a elaboração do caso, retomamos o contato com a escola onde fizemos a sondagem para que pudéssemos iniciar a intervenção educativa. A professora de Biologia do 1º ano do Ensino Médio concordou em colaborar com o projeto, cedendo seis aulas de 45 minutos. Ao todo, foram cinco encontros e os responsáveis pelos estudantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) para que pudéssemos gravar em áudio todos esses encontros. Durante as aulas, os estudantes se dividiram em

grupos, que receberam nomes de cores para facilitar a análise de conteúdo. A seguir, descrevemos as atividades realizadas ao longo da intervenção.

3.2.1 Primeiro encontro - 28/08/2017

Quadro 1: Descrição do 1º encontro

1º ENCONTRO – APRESENTAÇÃO E ÁRVORES DE PROBLEMAS
<p>Duração: 1 hora e 30 minutos</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expressar os conhecimentos prévios e refletir sobre o desaparecimento das abelhas; • Identificar possíveis causas e consequências do desaparecimento das abelhas. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A professora-pesquisadora se apresentou para a turma, fez uma breve introdução sobre o projeto que seria desenvolvido e seguiu com uma aula expositiva dialogada sobre conceitos de Ecologia. • A professora-pesquisadora perguntou aos estudantes se já tinham ouvido falar sobre o desaparecimento das abelhas para que expressassem seus conhecimentos prévios. • Com o auxílio da professora-pesquisadora, a turma elaborou em conjunto uma árvore de problemas no quadro. • Foram exibidos trechos do vídeo “O sumiço das abelhas”, do canal do Pirula, no YouTube. • A turma se dividiu em seis grupos e cada um recebeu uma cópia de duas reportagens sobre o desaparecimento das abelhas, uma folha de <i>flipchart</i> e pincéis atômicos para elaborar uma árvore de problemas.

O primeiro encontro teve a duração de duas aulas de 45 minutos. No primeiro momento, apresentamos o projeto para a turma e então começamos uma aula expositiva dialogada sobre conceitos de Ecologia (relações ecológicas). Depois perguntamos aos estudantes se eles sabiam algo sobre o desaparecimento das abelhas e apenas um ou dois tinham ouvido falar a respeito. Então explicamos a atividade da árvore de problemas e começamos a elaborar uma no quadro, mas tivemos que parar porque era hora do intervalo. A árvore de problemas (Figura 1) consiste no levantamento de causas e consequências de uma determinada situação, tudo esquematizado no desenho de uma árvore: o tema em questão (aqui o desaparecimento das abelhas) é representado no tronco da árvore; nas raízes,

colocamos os problemas (representando as origens da questão analisada) e, na copa da árvore, escrevemos as consequências do tema (uma forma de representá-las como os frutos, ou os resultados, do tema problematizado).

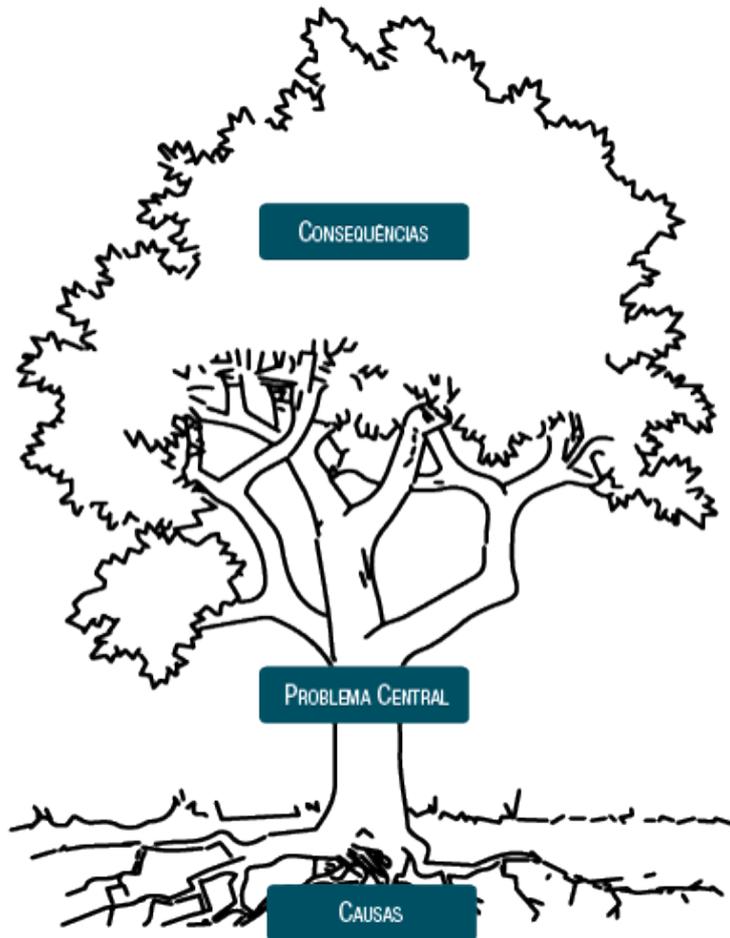


Figura 1 – Esquema de uma árvore de problemas. Fonte: LACERDA; BOTELHO; COLUSSI (2012, p. 49).

Após o intervalo, concluímos a atividade da árvore de problemas e então explicamos que exibiríamos um vídeo sobre o desaparecimento das abelhas (NASCIMENTO, 2016). O vídeo é de um canal no YouTube chamado Canal do Pirula. Paulo Miranda Nascimento, Pirula, é um biólogo que faz vídeos de divulgação científica. O vídeo escolhido é intitulado “O sumiço das abelhas” e, nele, Pirula fala sobre o tema trazendo algumas das possíveis causas do problema e também algumas de suas consequências, focando na produção de alimentos e nos impactos ambientais. Pirula tem uma visão cientificista⁹ sobre o desaparecimento das abelhas

⁹ A visão cientificista é derivada do cientificismo. Este, por sua vez, é conceituado por Haack (2012) como uma superestimação à ciência, entendendo-a como essencialmente boa e não sendo capaz de enxergar suas possíveis falhas.

e sobre outros assuntos que aborda em seu canal. Essa visão contrapõe-se à do Sítio Geranium, que demonstra valorizar conhecimentos e culturas tradicionais, além do conhecimento científico. Esse contraponto entre as duas atividades – exibição do vídeo do Pirula e visita ao Sítio Geranium – contribuiu para que os estudantes tivessem acesso a diferentes abordagens de questões socioambientais. Em princípio, queríamos que este recurso fosse apenas um iniciador das discussões que se seguiriam sobre as possíveis causas e consequências do desaparecimento das abelhas, então editamos o vídeo e deixamos apenas a parte em que o *youtuber* falava de forma geral sobre a questão.

Depois do vídeo, que teve duração de cerca de 5 minutos por causa dos cortes, a turma foi dividida em grupos e cada grupo recebeu dois textos — uma reportagem da Embrapa (DINIZ, 2016) e uma reportagem da revista Superinteressante sobre o desaparecimento das abelhas —, um papel de *flipchart* e marcadores de tinta permanente para que cada grupo montasse sua árvore de problemas com base na árvore elaborada pela turma no quadro, no vídeo e nos textos. A ideia era que os grupos discutissem sobre as informações às quais tiveram acesso e decidissem o que considerariam com causas e consequências do desaparecimento das abelhas. O tempo da aula acabou e apenas um grupo parecia ter concluído a atividade, os outros apenas tinham desenhado a árvore. Recolhi os trabalhos de três grupos, os outros levaram o papel para casa e se comprometeram a trazê-lo pronto na aula seguinte.

3.2.2 Segundo encontro - 04/09/2017

Quadro 2: Descrição do 2º encontro

<p>2º ENCONTRO – COMPLEMENTAÇÃO DAS ÁRVORES DE PROBLEMAS E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</p>
<p>Duração: 1 hora</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expressar causas e consequências identificadas em árvores de problemas com base em informações levantadas; • indicar possíveis soluções para o problema apresentado no estudo de caso. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Após uma breve recapitulação do projeto, foi exibido, na íntegra, o vídeo “O sumiço das abelhas”, do canal do Pirula, no YouTube. • Os grupos voltaram a trabalhar em suas árvores de problemas, complementando-as com as novas informações que obtiveram após assistirem ao vídeo completo. • O estudo de caso foi projetado no quadro elido pela professora-pesquisadora para toda a turma.

O segundo dia da intervenção teve duração de pouco mais que uma aula de 45 minutos. Introduzimos a aula lembrando o projeto e apresentando-o para os estudantes que pudessem ter estado ausentes no primeiro dia. Em seguida, exibimos o vídeo completo (sem cortes) do Pirula sobre o sumiço das abelhas. Depois do vídeo, os grupos voltaram a trabalhar em suas árvores de problemas. A ideia era que os estudantes complementassem suas árvores, caso julgassem necessário, com informações (provavelmente) novas que obtiveram com o vídeo. O grupo Azul, que já havia terminado a atividade na aula anterior, achou que não precisava completá-la, então entreguei para esses estudantes o caso sobre o desaparecimento das abelhas (Apêndice C). Instruí grupo Azul para que discutisse sobre o caso e fizesse pesquisas na internet usando seus celulares para que pudessem chegar a uma conclusão para o caso. Pensamos em levar toda a turma para o laboratório de informática para que todos pudessem pesquisar nos computadores da escola com acesso à internet, mas fomos informadas pela professora e pelos próprios estudantes de que o laboratório não estaria em condições adequadas para esse tipo de atividade. À medida que os grupos iam

terminando as árvores, eles recebiam os casos para estudo e, ao final do primeiro horário de aula, lemos o caso para a turma, com projeção no quadro.

Após o intervalo, explicamos, mais uma vez, no quadro a reprodução das plantas com flores e o papel das abelhas na polinização, porque um estudante havia perguntado. Alguns grupos ainda estavam finalizando as árvores, enquanto o grupo Azul já estava concluindo o estudo de caso. Insistimos para que esses estudantes não nos entregassem a conclusão antes da atividade de campo no sítio Geranium, mas eles preferiram entregar mesmo assim. Antes de irmos embora, demos mais algumas informações e recomendações sobre a saída a campo, que aconteceria no dia 20 de setembro de 2017.

3.2.3 Terceiro encontro - 18/09/2017

O terceiro encontro foi mais curto do que o usual, pois não consistiu em uma aula propriamente dita. Conforme, combinado anteriormente com a professora, entramos em sala apenas para dar alguns lembretes sobre a saída a campo, como o que levar, que tipo de roupa usar e os objetivos da atividade de campo no Sítio Geranium (descritos no quadro do 4º encontro).

3.2.4 Quarto encontro - 20/09/2017

Quadro 3: Descrição do 4º encontro

4º ENCONTRO – VISITA AO SÍTIO GERANIUM
<p>Duração: 3 horas e 15 minutos</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coletar informações que pudessem auxiliar a resolução do estudo de caso; • Conhecer espécies de abelhas nativas; • Conhecer formas alternativas de produção agrícola. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes e a professora conheceram diferentes espaços do sítio, passando por trilhas, guiados por uma monitora do local, que deu informações sobre abelhas nativas, tecnologias sustentáveis, produção orgânica, agroecologia e agroflorestas, ao longo de todo o percurso.

Para o quarto encontro, planejamos uma saída a campo para o sítio Geranium, um espaço na zona rural de Taguatinga-DF que oferece educação socioambiental e produz alimentos orgânicos em sistema agroecológico e agroflorestal. A visita ao sítio teve a participação de estudantes do 1º e do 2º ano do Ensino Médio, inclusive da equipe de reportagem da escola, por decisão do diretor do centro de ensino, apesar de nós termos organizado a atividade apenas para a turma em que estávamos desenvolvendo a intervenção. Chegando ao sítio, nos apresentaram duas monitoras e os estudantes foram divididos em dois grupos. Acompanhamos o grupo com predominância de estudantes do 1º ano, no qual também estavam a professora da turma e duas estudantes da equipe de reportagens. No outro grupo, estavam o professor da equipe de reportagens e os estudantes do 2º ano.

Após a divisão de grupos, a monitora deu algumas informações gerais sobre o sítio e as atividades que iríamos desenvolver ao longo do dia. Ela informou que o foco do Sítio Geranium é voltado para a agroecologia, sistema agroflorestal e tecnologias sustentáveis e explicou o conceito de agroecologia. Antes de a trilha pelo sítio ter início de fato, as monitoras perguntaram se seria necessário dar algum direcionamento durante a visita, então explicamos sobre a pesquisa e mostramos o estudo de caso a elas, dizendo que toda a visita seria muito importante, mas que seria interessante focar mais na parte das abelhas nativas.

Depois desse momento com as monitoras, o grupo em que nós estávamos seguiu para o apiário, onde se encontravam algumas colmeias de diferentes espécies de abelhas nativas do Brasil. Em seguida, visitamos a composteira /minhocário do sítio e voltamos para o local do início, onde a monitora explicou o funcionamento da fossa ecológica do salão de festas do sítio. Seguimos para um quiosque onde nos foram apresentadas algumas tecnologias sustentáveis, como um sistema de captação e armazenamento de água da chuva e um banheiro seco.

Após a pausa para o lanche, voltamos para a trilha e fomos em direção ao “berçário de mudas”, onde são cultivadas mudas de hortaliças que depois são transplantadas para as hortas do sítio. Lá a monitora explicou sobre a produção de orgânicos e sobre a produção de alimentos de forma agroecológica. Seguimos para observar algumas das hortas do sítio. A trilha continuou até chegarmos na agrofloresta, onde a monitora falou sobre o sistema agroflorestal e sobre sucessão ecológica. Ainda na agrofloresta, nos aproximamos do ribeirão Taguatinga, onde

houve uma explicação sobre a hidrografia do Distrito Federal, a abundância de água no Cerrado, poluição da água, desmatamento e crise hídrica. Seguindo pela trilha, a monitora fez uma parada para observarmos uma palmeira de Buriti e ela explicou a relação do Buriti com a água e como essa planta pode ser um bioindicador da qualidade do ambiente. Pedimos licença para a monitora para mostrar os líquens e revisar mutualismo, relação ecológica que havíamos abordado em sala. A monitora concluiu as explicações, encerramos a trilha e voltamos para a escola já no horário do final da aula. Assim como todos os outros encontros com os estudantes, a visita ao sítio foi gravada em áudio e transcrita posteriormente.

3.2.5 5º encontro - 25/09/2017

Quadro 4: Descrição do 5º encontro

5º ENCONTRO – CONCLUSÃO DO ESTUDO DE CASO E ELABORAÇÃO DE CARTAZES INFORMATIVOS
<p>Duração: 1 hora e 30 minutos</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propor ações para resolver ou minimizar o problema do desaparecimento das abelhas; • Concluir o estudo de caso; • Sintetizar os conteúdos aprendidos em um cartaz informativo sobre o desaparecimento das abelhas. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes expressaram opiniões sobre a visita ao Sítio e lembraram os espaços visitados ao longo da trilha. • A professora-pesquisadora e a turma fizeram uma revisão sobre relações ecológicas, com exemplos observados na visita ao sítio. • Foram exibidas duas animações curtas: uma com informações sobre abelhas nativas e outra com informações sobre a desordem do colapso da colônia. • A professora-pesquisadora leu novamente o estudo de caso com a turma. • A turma se dividiu em grupo e concluiu uma solução para o caso. • Cada grupo recebeu um cartaz (tamanho A3) com layout já pronto, para preencher com informações sobre o desaparecimento das abelhas.

O quinto e último encontro teve duração de duas aulas de 45 minutos e não contou com a presença da professora de Biologia da turma, pois ela teve que se ausentar nesse dia por motivos de saúde. Como introdução da aula, perguntamos

quem da turma participou da visita ao Sítio Geranium e o que esses estudantes acharam da visita. A maioria dos que participaram expressou opiniões positivas sobre a atividade. Continuando a conversa sobre a saída a campo, relembramos os momentos da trilha e revisamos os conceitos e processos que a monitora explicou. Após essa conversa inicial, revisamos relações ecológicas, usando exemplos do que foi visto no sítio.

Depois do intervalo, exibimos dois vídeos com animações, mais voltadas para o público infantil, com informações sobre espécies de abelhas nativas do Brasil (A.B.E.L.H.A. ¹⁰, 2016b) e sobre a Desordem do Colapso das Colônias. (A.B.E.L.H.A., 2016a). Após a exibição dos vídeos, lemos o caso sobre o desaparecimento das abelhas novamente e mais uma vez a turma foi dividida em grupos para que pudessem discutir sobre o caso e elaborar ou complementar uma solução, fazendo ligações com o que foi visto durante a visita ao Sítio Geranium. Além da conclusão do caso, cada grupo deveria também completar o *layout* de um cartaz informativo (Figura 2) sobre o desaparecimento das abelhas. O modelo do cartaz é semelhante ao desenho da árvore de problemas com a adição de um espaço intitulado “O que podemos fazer?”. Este último espaço foi pensado para que os estudantes sugerissem ações que nós, como cidadãos, pudessemos fazer em relação ao desaparecimento das abelhas. Ao explicar a atividade, retomamos brevemente a discussão sobre produção de alimentos, uso de agrotóxicos e agroecologia, para que os estudantes refletissem sobre isso durante a atividade. Ao final da aula, recolhemos os cartazes e soluções do estudo de caso.

¹⁰ A.B.E.L.H.A. (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas) é composta por duas pessoas da área de comunicação e tem 12 instituições associadas, todas ligadas ao agronegócio. Site: <http://abelha.org.br/associados/>

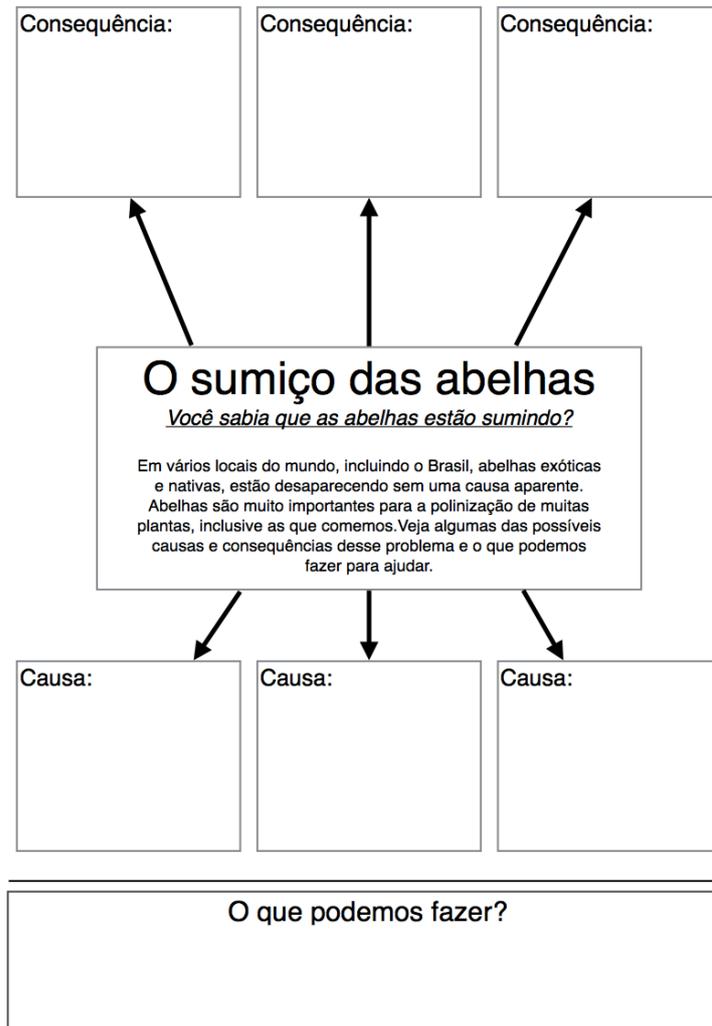


Figura 2 - Layout do cartaz informativo entregue aos estudantes.

3.3 ANÁLISE DAS PRODUÇÕES DOS ESTUDANTES

Assim como a análise das produções de texto dos estudantes durante a sondagem de pensamento crítico, o método utilizado na pesquisa envolvendo o material produzido pelos estudantes durante a intervenção educativa foi a análise de conteúdo. Criamos categorias *a priori*, com base em nosso referencial teórico e, ao longo da análise, também identificamos categorias emergentes. Todas as categorias foram descritas no capítulo seguinte.

4. ANÁLISE DA SONDAÇÃO DE PENSAMENTO CRÍTICO

As categorias criadas durante a análise dos dados gerados na fase de sondagem foram descritas e analisadas uma a uma: problemas ambientais, problemas de saúde, funções dos agrotóxicos, alternativas, sustentabilidade, Organismos Geneticamente Modificados (OGM), hormônios, desinformação e normas. A categoria “problemas ambientais” engloba impactos ao meio ambiente causados por atividades agrícolas. A categoria “problemas de saúde” apresenta os prejuízos à saúde de trabalhadores rurais e de consumidores como consequência do uso de agrotóxicos. Na categoria “funções dos agrotóxicos”, incluímos os trechos em que os estudantes descreveram as utilidades dos agrotóxicos. Em “alternativas”, foram classificadas as propostas para a substituição do uso de agrotóxicos. Na categoria “sustentabilidade”, estão alguns trechos que apresentam uma preocupação com as gerações futuras. Na categoria de “Organismos Geneticamente Modificados (OGM)”, agrupamos trechos de estudantes que mencionaram a utilização de organismos transgênicos na agricultura. Em “hormônios”, separamos os trechos em que os estudantes relacionaram agrotóxicos ao uso de hormônios na agricultura. A categoria “desinformação” apresenta trechos sobre a falta de informação sobre agrotóxicos do público em geral, pessoas que têm informação, mas são céticas quanto aos malefícios desses produtos e a falta de conhecimento das instruções de uso dos agrotóxicos por parte dos agricultores. Por fim, na categoria “normas”, incluímos trechos que comentam a legislação de agrotóxicos no Brasil e as instruções de uso desses químicos.

A seguir, apresentamos a análise de cada categoria.

4.1 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Mais de 70% das redações fizeram referência aos agrotóxicos como potencialmente danosos ao ambiente (Tabela 1), o que já era esperado devido ao termo “meio ambiente” presente na proposta de redação. Desses, 43,4% mencionaram prejuízos ao solo, e alguns especificaram: “O agrotóxico pode afetar o solo, deixa-o mais podre e fraco, pois o agrotóxico elimina os micro-organismos, que são responsáveis pela fertilização do solo” (RedB16). Nesse trecho notamos relação

com conceitos de Ecologia pela possível referência a organismos decompositores, que enriquecem o solo com compostos inorgânicos.

Tabela 1 - Número de redações por categoria da sondagem de pensamento crítico

Turma	Problemas ambientais	Problemas de saúde	Funções dos agrotóxicos	Alternativas	Sustentabilidade	OGM	Hormônios	Desinfecção	Normas	Total
A	17	19	19	15	1	2	0	3	0	19
B	16	22	23	18	0	1	2	2	6	24
C	13	21	21	16	1	2	0	5	3	21
Total	46	62	63	49	2	5	2	10	9	64

Quatro redações chamaram atenção por considerarem os malefícios que os agrotóxicos podem causar a agentes polinizadores:

Na natureza os efeitos podem ser piores, pois, pode causar a infertilidade do solo, poluição de nascentes, lagos e rios usados por pequenas populações, além de matar agentes polinizadores que fazem a manutenção da natureza (RedC05).

Outro problema mencionado foi a bioacumulação, um dos principais pontos de convergência do tema agrotóxicos com o conteúdo de Ecologia, estudado no 1º ano do EM em Biologia. De acordo com o Glossário de Termos de Avaliação de Risco Ecológico da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (*United States Environmental Protection Agency - EPA*), bioacumulação é o processo pelo qual animais ou plantas absorvem produtos químicos diretamente do ambiente ou por ingestão de alimentos contaminados com tal produto: “Na sua utilização [de agrotóxicos], parte de seus componentes químicos fica no alimento que posteriormente irá ser consumido por uma pessoa (...)” (RedC13). Poucos textos (4) expressaram ideias nesse sentido, podendo sugerir que os estudantes têm dificuldade de relacionar o tema agrotóxicos com os conceitos de Ecologia, como bioacumulação. Salientamos que nenhuma redação da turma B se encaixou nesta classificação.

A redação RedA03 considerou agrotóxicos prejudicando a própria safra e apresentou uma afirmação singular em relação às outras: “(...) tanto os agricultores como os trabalhadores rurais já perceberam que o agrotóxico está sendo prejudicial (...) a própria safra.” Esse trecho pode estar relacionado a temas como: qualidade dos alimentos, seleção de pragas mais resistentes, morte de polinizadores, ou até mesmo à saúde das plantas cultivadas. Ainda que a estudante faça referência aos “insetos que são importantes para a fertilização das plantações”, não há elementos para concluir os motivos aos quais atribui os prejuízos à safra.

Outro problema apresentado tem relação com a resistência/seleção artificial: “O uso diário de agrotóxico pode aparecer pragas mais resistentes, o que gera a necessidade de utilizar produtos cada vez mais fortes.” (RedB16). Neste trecho, o estudante relaciona o uso de agrotóxicos à seleção artificial e pode ser um indicador de PC sobre o tema.

4.2 PROBLEMAS DE SAÚDE

Tópico também presente na proposta de redação, a saúde foi um dos temas mais frequentes nos textos analisados (tabela 1). Houve redações que trataram de saúde de forma genérica, outros especificaram doenças e sintomas. Entre as doenças, a mais comum foi câncer, aparecendo em 22 dos textos analisados:

Tanto aqueles que trabalham diretamente com os agrotóxicos, quanto os consumidores dos alimentos que os contêm, podem, futuramente, desenvolver graves doenças como câncer, além de ter alergias, e passar doenças para seus filhos, netos, por meio da genética. (RedC05).

Nesse trecho também é possível observar a menção à saúde dos trabalhadores rurais, assim como em grande parte dos textos, o que era esperado em virtude das instruções do primeiro tópico da redação. A maioria dos trechos selecionados apenas citou esse tema, sem aprofundamento. Entretanto, alguns textos explicitaram relação do contato direto com agrotóxicos e danos à saúde: “O contato direto dos mesmos [trabalhadores que aplicam os agrotóxicos] os tornam mais vulneráveis a doenças a partir do contato com a pele ou até só na inalação de alguns.” (RedC13).

Um dos efeitos sociais mais graves causados pelo uso de agrotóxicos é o prejuízo à saúde dos trabalhadores do campo que têm contato direto o produto químico. Existem efeitos agudos e crônicos. Os efeitos agudos são causados pela exposição a doses altas do produto tóxico por um curto período de tempo. Já os efeitos crônicos são causados pela exposição contínua a doses relativamente baixas do produto tóxico por longos períodos (PERES et al., 2003). Os trabalhadores rurais se expõem aos agrotóxicos de forma aguda, quando aplicam esses produtos nas plantações, e de forma crônica, ao ingerirem os produtos agrícolas contaminados com resíduos desses tóxicos (da mesma forma que os consumidores se expõem).

4.3 FUNÇÕES DOS AGROTÓXICOS

Nesta categoria há também um grande número de redações (Tabela 1) e supõe-se que a alta frequência se deva ao fato de o segundo tópico da proposta apresentada aos estudantes pedir que abordassem a importância dos agrotóxicos. Foram classificados trechos que se referem a diversas funções dos agrotóxicos, como controlar pragas, aumentar lucros e evitar perdas na plantação, melhorar a qualidade (real ou aparente) dos alimentos, promover o crescimento ou desenvolvimento mais rápido das plantas e aumentar a durabilidade dos produtos agrícolas.

A função relacionada ao controle de pragas trata de agentes diversos (insetos, fungos, bactérias, vírus etc.) que podem causar prejuízos a plantações. Muitos trechos se referem a insetos como um todo, outros referem-se apenas a insetos que causam danos às plantações e alguns referem-se a bactérias. É importante ressaltar que alguns estudantes mencionaram “insetos e pragas”, separando os dois grupos. Isso pode ter duas explicações: para eles, ou todos os insetos são prejudiciais às plantas, ou os agrotóxicos afetam insetos como um todo, não apenas os que são considerados pragas agrícolas.

A respeito de monoculturas: alimento em abundância para determinados insetos e produção em larga escala, esperava-se que os estudantes percebessem as grandes monoculturas no Brasil como atraentes para insetos, pois oferecem alimento em abundância, facilitando sua reprodução em grandes quantidades e dificultando seu controle. Entretanto, apesar de algumas redações mencionarem a produção em larga escala no Brasil, poucas delas evidenciaram essa relação:

O tamanho da produção influencia muito no uso de pesticidas e agrotóxicos, pois tendo uma grande produção, a dificuldade para mantê-la será bem maior, sendo assim muito poucos produtores agrícolas vêm optar por uma produção orgânica, que necessita de um grande cuidado, e a quantidade de alimentos será bem reduzida (...) (RedA11).

O uso de agrotóxicos para evitar perdas na produção agrícola está intimamente ligado ao controle de pragas e ao modo de produção capitalista: “O seu uso [de agrotóxicos] na produção agrícola no Brasil é importante para os produtores porque sem esse produto, as pragas comem as plantas e a produção diminui. Eles não se importam se o produto pode prejudicar a saúde e o meio ambiente, a meta é vender” (RedC02).

Outros textos consideraram o uso de agrotóxicos necessário para o agricultor: “Os agrotóxicos são importantes na [produção] agrícola pois, mesmo com doenças ou contaminações o uso deles é necessário para que o agricultor não perca toda a sua plantação” (RedA09). Uma estudante considerou os agrotóxicos como única opção para eliminar pragas:

O uso dos agrotóxicos passou a ser necessário devido a quantidade de pragas encontradas nas produções, essas pragas destroem as plantações acabando com o lucro dos fazendeiros, fazendo esse ser o único meio de acabar com os insetos que destroem as produções (RedB07).

Quatro estudantes afirmaram que o uso de agrotóxicos não é importante no Brasil. Desses, uma impôs uma condição à dispensa do uso dessas substâncias:

Para os donos de grandes produções é importante e lucrativo o uso desse tipo de produto, mas os produtores de pequenas plantações não precisam usar agrotóxicos pelo fato deles terem a possibilidade de dar a total atenção para a produção, então eles podem usar outros métodos de eliminar todas as suas pragas e insetos (RedA06).

4.4 ALTERNATIVAS

Esta categoria é derivada do último tópico mencionado na proposta de redação. Nela, foram classificadas soluções para a redução ou eliminação do uso de agrotóxicos, com o objetivo de minimizar problemas relacionados a seu uso e também trechos que apenas afirmavam que o uso dessas substâncias deveria ser abolido ou reduzido, mas sem indicar alternativas. O número de textos é menor em

relação às demais categorias que também tinham elementos explícitos na proposta de redação (Tabela 1), o que pode ser devido à falta de tempo para abordar o último tópico, visto que alguns textos apresentaram frases incompletas ao final.

Houve propostas que se apegaram à esperança de que a Ciência e a Tecnologia (C&T) resolveriam o problema, desenvolvendo outros produtos de ação semelhante à dos agrotóxicos, mas que não causassem danos à saúde das pessoas ou ao meio ambiente, o que pode configurar uma visão salvacionista da C&T (AULER; DELIZOICOV, 2001): “Seria necessário mais estudos para desenvolver um tipo de agrotóxicos que não afete o meio ambiente nem nós seres humanos.” (RedB25).

Alguns estudantes consideraram na higienização dos alimentos uma forma de reduzir a quantidade de agrotóxicos: “Um meio de reduzir o agrotóxico dos alimentos é colocar as frutas e legumes em uma bacia com água e um pouco de sal e vinagre, isso retirar cinquenta por cento dos produtos além de limpar algumas impurezas” (RedC16).

A alternativa mais citada foi a agricultura orgânica, aparecendo em 17 das 50 redações da categoria. Outras propostas foram: adubos orgânicos, predadores naturais, consumo de hidropônicos; hortas em casa ou na escola, conscientização da população, das empresas e dos agricultores e alimentos transgênicos acessíveis. Além disso, alguns estudantes ressaltaram a importância da participação da população e do poder público (por meio de leis e/ou fiscalização mais rígidas) para reduzir ou eliminar o uso de agrotóxicos.

Ainda em relação à agricultura orgânica, trechos de três redações (RedA18, RedB06 e RedB10) consideraram o preço mais elevado dos produtos orgânicos: “Os agrotóxicos danificam a produção da agricultura orgânica, pois muitas pessoas não possuem acesso a alimentos naturais pois eles acabam sendo vendidos por um preço elevado pois são mais difíceis de serem cultivados” (RedA18).

4.5 DESINFORMAÇÃO

Nesta categoria, foram classificados tanto trechos que mencionam a falta de informação da população em geral a respeito dos malefícios, benefícios e a legislação vigente sobre o uso de agrotóxicos, quanto dos trabalhadores rurais sobre

as instruções e regulações do uso dessas substâncias. Também foram identificados trechos sobre pessoas que, mesmo com algum nível de informação, não parecem acreditar nos prejuízos à saúde e ao meio ambiente que os agrotóxicos podem causar. Falta de informação e falta de conhecimento da população foram tratadas indistintamente:

Já é comprovado cientificamente que agrotóxicos são altamente prejudiciais à saúde, gerando doenças como câncer e depressão, entretanto, por falta de conhecimento ou ceticidade sobre o assunto, os brasileiros consomem grandes quantidades de alimentos contaminados (RedA04).

4.6 SUSTENTABILIDADE

Em seu texto, uma estudante afirmou que a produção com agrotóxicos é insustentável, além de causar danos à saúde: “Independente da estação e clima do ano o plantio utilizando esse produto causa uma produção insustentável e prejudicial para a saúde de quem consome esses alimentos, podendo desenvolver por exemplo, câncer” (RedC18).

Ao propor alternativas para o uso de agrotóxicos outra estudante destacou a preocupação com as gerações futuras, aproximando-se do conceito original de sustentabilidade, do Relatório Brundtland, de 1989 (GRÜN, 2000): atender as necessidades da população atual sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras. “O meio ambiente, é nosso habitat natural, portanto, preservá-lo deve ser uma obrigação do estado, e da sociedade, para essa geração e futuras” (RedA05). Esse conceito de certa forma relaciona-se com o enfoque CTSA, pois envolve questões socioambientais e de C&T.

4.7 ORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS

Cinco estudantes escreveram sobre OGMs. Segundo a Lei Nº 11.105, de 24 de março de 2005, OGM é um organismo cujo material genético (DNA ou RNA) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética. Quatro desses estudantes tiveram opinião negativa, relacionando esse tipo de alimento com problemas de saúde. O outro apontou o uso de transgênicos como uma alternativa para o uso de agrotóxicos, de forma positiva: “Com o fim dos agrotóxicos portas

seriam abertas para o mercado de alimentos transgênico” (RedA18). Entretanto, uma estudante considerou as incertezas sobre esses alimentos, revelando certa criticidade sobre o assunto: “A transgenia dos alimentos já foi considerada uma saída para os agrotóxicos, porém, ainda não se sabe os efeitos desse procedimento à saúde a longo prazo” (RedA04).

4.8 HORMÔNIOS

Dois estudantes da turma B afirmaram que agrotóxicos contêm hormônios em sua composição (tabela 1). Existem hormônios vegetais naturais que estimulam o crescimento da planta, o amadurecimento de frutos, entre outras funções. Na legislação brasileira atual não fica claro se esses hormônios podem ser considerados agrotóxicos se aplicados por humanos. Pela forma como foi colocado pelos estudantes, os hormônios seriam considerados como um aditivo¹¹: “o uso exagerado de agrotóxicos na produção agrícola pode ser bastante prejudicial na saúde humana, além de conter uma grande quantidade de hormônios há também outros produtos químicos que afetam o organismo e que não deveriam ser consumidos” (RedB05). No entanto, é possível que os estudantes tenham considerado indistintamente o uso de hormônios na pecuária e o uso de produtos químicos na agricultura.

4.9 NORMAS

Nove estudantes fizeram afirmações a respeito da situação legal dos agrotóxicos no Brasil (tabela 1), alguns acreditam que esses produtos são proibidos no país: “(...) os agricultores para não correr o risco de perder suas plantações utilizam os agrotóxicos para combater todas as pragas, mesmo sabendo que é proibido” (RedB01). Para outros, a legislação deveria ser mais rigorosa: “No Brasil existe uma lei nº 1702¹² que regula o uso desse produto tóxico, mas não proíbe, lei que poderia ser mais rigorosa.” (RedC17).

¹¹ “substância ou produto adicionado a agrotóxicos, componentes e afins, para melhorar sua ação, função, durabilidade, estabilidade e detecção ou para facilitar o processo de produção” (BRASIL, 2002).

¹² Provavelmente a estudante quis se referir à Lei nº 7.802/89, que dispõe sobre atividades relacionadas a agrotóxicos.

Nessa categoria, também se enquadram as referências às instruções de uso dos agrotóxicos: “(...) os problemas de saúde enfrentados surgem quando fazendeiros não obedecem às instruções e aplicam eles em grande quantidade e não no período certo.” (RedB07). A maioria dessas instruções não é de fácil entendimento, principalmente para os trabalhadores rurais, o que leva ao uso incorreto desses produtos, causando contaminação de pessoas (PERES *et al.*, 2003) e do meio ambiente.

4.10 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO DOS ESTUDANTES DURANTE A SONDAÇÃO

De forma geral, as produções textuais resultantes da sondagem apresentaram conhecimentos ainda restritos sobre a temática dos agrotóxicos, ainda próximos do que é veiculado na grande mídia. Entretanto, observamos alguns trechos em que os estudantes analisaram as informações referentes ao tema, aproximando-se do que Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) consideram como pensamento crítico. Nesse sentido, buscando desenvolver melhor essas habilidades em estudantes de EM e estimular reflexões mais profundas sobre o tema, planejamos a intervenção didática, segunda etapa da pesquisa. Por meio da sondagem, percebemos que havia pouca correlação entre os conhecimentos dos estudantes sobre agrotóxicos, sobre a problemática ambiental em torno desse tema, e os conhecimentos de Ecologia. Assim, desenvolvemos nosso projeto de intervenção didática com um tema socioambiental, que também envolve a questão dos agrotóxicos, relacionada ao ensino de Ecologia, de modo que os estudantes pudessem ampliar sua visão sobre questões socioambientais, também ampliar seu conhecimento científico e visualizar possibilidades de transformação da realidade. Apresentamos a seguir os resultados da intervenção educativa pensada para o ensino de Ecologia com uma questão socioambiental, no âmbito do enfoque CTSA.

5. ANÁLISE DA INTERVENÇÃO EDUCATIVA COM ESTUDO DE CASO

A intervenção foi realizada com estudantes de 1º ano do Ensino Médio, da forma como foi descrita no capítulo da metodologia e tendo estudo de caso (Apêndice C) como um dos recursos utilizados. Como mencionado anteriormente, utilizamos a análise de conteúdo como método para a análise da produção dos estudantes. Para a fase de categorização, criamos três categorias *a priori*: (1) visão natural, (2) visão racional e (3) visão socioambiental, com base nos trabalhos de Tozoni-Reis (2002) e Carvalho (2008). O termo “visão” é referente à forma de ver as relações natureza-sociedade e como ela afeta a compreensão da questão do desaparecimento das abelhas, incluindo suas causas, consequências e as soluções propostas, que os grupos apresentaram em suas produções. Essas três visões foram apresentadas no capítulo do referencial teórico.

5.1 O QUE NOS DIZEM OS MATERIAIS PRODUZIDOS PELOS ESTUDANTES

A seguir, apresentamos os resultados da análise de conteúdo dos materiais produzidos pelos estudantes, em um primeiro momento da turma como um todo e depois quando separados por grupos. É importante esclarecer que nem todos os estudantes da turma participaram de todas as atividades propostas e que nem todos os grupos mantiveram a mesma conformação durante todo o período da intervenção, cada caso será explicitado separadamente. Cada grupo recebeu o nome de uma cor e grupos com pequenas modificações em sua conformação receberam nomes de cores semelhantes, por exemplo: amarelo e mostarda — o grupo amarelo tem apenas um integrante a mais do que o grupo mostarda, mas todos os outros membros são os mesmos.

5.1.1 Árvore de problemas da turma

A árvore de problemas da turma foi estruturada por nós, no quadro, à medida que os estudantes iam mencionando o que consideravam como causas e consequências do desaparecimento das abelhas. Nesta atividade os estudantes ainda não haviam recebido os materiais informativos sobre o tema, os quais só foram apresentados a eles nos momentos seguintes da intervenção educativa.

Analisando as raízes da árvore, observamos menção a diversos problemas ambientais que frequentemente aparecem na mídia, sem muito aprofundamento, e comumente são reproduzidos pela população em geral, entre eles: “aquecimento global” e “poluição do solo”. Devido à falta de um contexto na maioria das causas e consequências listadas – muitas vezes apenas palavras ou expressões isoladas –, não pudemos classificá-las em uma visão específica. Podem tanto ser compreendidas a partir de uma visão natural em uma relação linear de causa e efeito da interferência humana sobre o ambiente natural, como podem ser tratadas desde uma perspectiva socioambiental que considera como causa um conjunto de fatores decorrentes do modelo de desenvolvimento de nossa sociedade. Há também a menção à falta de recursos como “falta de árvore”, “falta de néctar/flor/pólen” e “falta de doce”, o que poderia sugerir uma aproximação à visão racional, que tem um olhar econômico para os recursos naturais. Entretanto, podemos também considerar que esses seriam recursos em falta para as abelhas, reforçando assim a ideia de resultados negativos na natureza em decorrência da interferência humana, apontando para a visão natural.

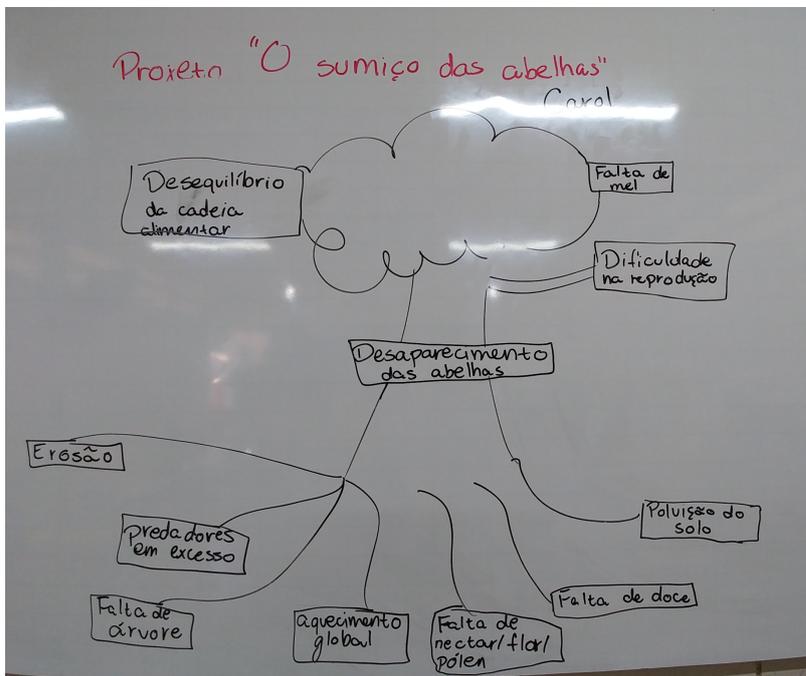


Figura 3 - Árvore de problemas da turma.

Já nas consequências, a quantidade de elementos listados foi bem menor, apenas três. Duas das consequências listadas, “desequilíbrio da cadeia alimentar” e “dificuldade na reprodução” de abelhas, sugerem certa compreensão de conceitos da ecologia natural (LAGO; PÁDUA, 1991), assim como a “falta de árvore”, “falta de

néctar/flor/pólen” que haviam sido indicadas nas causas dos problemas. Tratam-se de relações importantes no ensino de Ecologia (MOTOKANE, 2015). Sobre a “dificuldade na reprodução”, é importante ressaltar que não descartamos a possibilidade de o estudante que a sugeriu ter confundido causas e consequências, visto que essa confusão foi observada nos grupos durante as outras atividades. No entanto, ele pode ter se referido também à “dificuldade na reprodução” das plantas, já que as abelhas são importantes polinizadores de muitas espécies de angiospermas. A outra consequência – “falta de mel” – pode ser um indício da compreensão dessas relações entre inseto e planta, mas também pode ser interpretada como parte da visão racional, pois aponta para a falta de um recurso natural e sugere uma concepção utilitarista de natureza, na qual esta deve servir aos humanos.

A ausência de elementos que anunciem uma visão socioambiental pode indicar que, na primeira atividade, os estudantes não observavam a complexidade do desaparecimento das abelhas, que afeta ao mesmo tempo sociedade e ambiente como um todo indissociável e os diferentes valores e visões da interação entre sociedade e ambiente envolvidos nessa problemática (LEFF, 2003).

A árvore de problemas coletiva serviu de base para a elaboração das árvores de problemas dos grupos. Essa influência ficou evidente nos trabalhos de alguns grupos. A seguir apresentamos a análise de todas as outras atividades separadas por grupos, para que possamos observar o processo de formação de pensamento crítico (ou não) ao longo da intervenção educativa.

5.1.2 Grupo Amarelo/ Mostarda

O grupo amarelo formou-se no primeiro dia de intervenção, contando com seis integrantes, e elaborou uma árvore de problemas. O grupo mostarda foi composto de cinco dos seis integrantes do grupo amarelo, o sexto estudante estava ausente e não entregou nenhuma das atividades subsequentes — a solução do caso e o cartaz — junto a outro grupo.

De um modo geral, consideramos que o grupo se aproximou da visão socioambiental. Tanto na árvore de problemas quanto no cartaz final, a maioria das causas e consequências citadas têm relação direta com o modelo de agricultura do agronegócio. Alguns exemplos são o uso de pesticidas e fungicidas. Na solução

para o caso, ao listar as causas do desaparecimento das abelhas, o grupo se referiu à “agricultura intensiva como agrotóxicos”, mencionando também o “cultivo de organismos geneticamente modificados”, relacionando a um modelo de agricultura pautado por valores e interesses de um determinado setor da sociedade. A visão de C&T apresentada pelo grupo se relaciona à do enfoque CTSA: observando suas limitações e suas interações com a sociedade e o ambiente.

Porém, outros elementos, por não apresentarem contexto, não nos permitiram identificar se tenderam à visão natural, na qual o ser humano é considerado um vilão, ou à visão socioambiental, na qual há uma complexidade de relações entre ser humano e ambiente. Esses elementos foram: desmatamento e aquecimento global, na árvore de problemas, e “mudanças climáticas”, “espécies invasoras” e “fragmentação de habitats”, no texto da solução para o caso. No entanto, temos que considerar que são conteúdos relacionados no ensino de Ecologia, assim como “desequilíbrio da cadeia alimentar” e a “ausência de polinização”, que foram apontados como consequências na árvore de problemas.

Uma consequência apresentada na árvore de problemas — “parasitismo das abelhas” – novamente nos levou a crer que houve confusão entre o que seria causa e o que seria consequência do problema em questão.

Ainda na árvore de problemas, uma causa e uma consequência se relacionaram mais com a visão racional. O “exagero de agrotóxicos”, apontado como causa, sugere que o problema estaria no excesso do produto, mas não no uso desta tecnologia em si. A “falta de mel”, apontada como consequência, assim como na árvore da turma, indica a preocupação com a falta de recursos naturais para a produção e consumo humanos, que pode sugerir aproximação à visão racional.

No cartaz final produzido pelo grupo, a “redução da produção de alimentos” foi listada como consequência, o que poderia sugerir uma compreensão das relações insetos–plantas e sociedades humanas. Se, por um lado, isso permite inferir certa complexidade na compreensão do caso pelo grupo, ao analisarmos essa consequência juntamente com uma solução apresentada no cartaz, que já havia sido proposta no texto da sua solução para o caso, notamos a presença da visão racional nos materiais produzidos pelos estudantes: “o uso de tela para reduzir o espaço de locomoção das abelhas”, o que sugere a confiança na tecnologia para solucionar o problema do desaparecimento das abelhas.

No cartaz do grupo, além dessa solução técnica, outra solução foi proposta: “auxiliar as pessoas para não utilizar agrotóxicos”. Consideramos esta solução como algo mais próximo da prática social visada pela educação crítica (TOZONI-REIS, 2007), levando-nos a classificá-la na categoria da visão socioambiental. A expressão “auxiliar as pessoas” nos levou a interpretar essa proposta do grupo como uma sugestão de política pública na direção de apresentar alternativas para uma mudança no modo de produção agrícola, indo na direção contrária ao pensamento hegemônico do agronegócio.

Também observamos a influência dos materiais informativos (vídeos e reportagens) e da visita ao Sítio Geranium nos trabalhos do grupo, identificadas pela repetição fiel de expressões presentes nos materiais ou apresentadas na visita. Um exemplo são os termos como agrotóxicos, fungicidas, pesticidas e inseticidas, que não foram citados na árvore de problemas da turma, mas estavam presentes em todas as atividades entregues pelos grupos Amarelo e Mostarda. Na reportagem da Embrapa (DINIZ, 2016), essas palavras-chave estão presentes em trechos como: “(...) o desaparecimento de abelhas no mundo é resultado de diversos problemas, entre os quais destacam-se o uso de agrotóxicos; a perda dos habitats em decorrência dos diversos usos da terra; patógenos e parasitas (...)”. No vídeo do Pirula sobre o sumiço das abelhas (NASCIMENTO, 2016), o *youtuber* comenta uma pesquisa com amostras de pólen retirados de colmeias: “(...) encontraram cerca de 35 pesticidas no pólen e encontraram também quatro tipos de fungicida que também são usados nas lavouras.” É possível inferir que houve incorporação de termos trazidos pelas informações que apresentamos à turma ao vocabulário dos estudantes.

Analisando as três produções do grupo e um rascunho de sua solução, inferimos que houve ampliação da visão dos estudantes sobre o desaparecimento das abelhas, apontando na direção da compreensão da complexidade da questão, aproximando-se da visão socioambiental, também relacionada ao enfoque CTSA, além de maior elaboração das causas, consequências e soluções.

5.1.3 Grupo Azul

O grupo azul foi o único que se manteve com a mesma formação em todas as três atividades. Em sua árvore de problemas (Figura 3), o grupo apresentou muitas

As raízes e a copa da árvore de problemas do grupo continham várias causas e consequências ligadas entre si, porém, as raízes se aproximaram mais da visão socioambiental e a copa da visão racional. As causas, mostraram uma sucessão de fatos, uns levando aos outros, tendo início em “uma área da plantação extensa com apenas um tipo de plantas faz com que as abelhas se alimentem de um tipo de pólen”, passando pelo “uso de pesticidas especialmente o neonicotinoides (...)”, chegando à “má-nutrição”, segundo o grupo, causada pela falta de variedade de plantas, levando as abelhas ao estresse e à vulnerabilidade a doenças. Consideramos essa narrativa de causas do desaparecimento das abelhas um indício de visão socioambiental porque, além de trazer uma rede fatores sociais e naturais interconectados entre si e ao problema central, sugere uma crítica ao modo de produção agrícola dominante: grandes monoculturas e uso de agrotóxicos, compreendendo a questão de forma mais ampla, como é esperado em abordagens de EA crítica e ensino de ciências com enfoque CTSA. Já na copa, o foco das consequências do problema é a escassez de recursos que o desaparecimento das abelhas ocasionaria para os seres humanos (exemplo: “Café da manhã básico sem grandes variedades de alimentos”). Ao dar mais ênfase à importância dos recursos naturais para os seres humanos, a visão do grupo pode indicar aproximação à visão racional.

A solução para o caso apresentou dois textos bem distintos, um na frente e outro no verso da folha. Na frente, os estudantes citam duas causas distintas, a primeira é que “as abelhas estão estressadas, elas se estressam por conta dos predadores que os quais vamos citar: Acaro varroa, que pode transmitir vírus as abelhas.” Aqui é importante ressaltar, a confusão que o grupo fez entre os conceitos de predador e parasitas, que fazem parte do conteúdo de Ecologia. Na árvore de problemas do grupo, algo semelhante foi escrito, porém o estresse das abelhas estava relacionado ao modo de produção agrícola e, como na solução para o caso não há essa relação explicitada, não há evidências de crítica a esse modo de produção. A outra causa citada foi “inseticidas usados nas plantações de soja, pode ocorrer que os tais transmitam fungos para as abelhas”. Ambas poderiam ter sido atribuídas à visão socioambiental novamente, não fossem as soluções propostas a seguir:

Você pode solucionar o problema dos inseticidas falando com seu vizinho, para que ele mude a marca de inseticidas, para um não prejudicial as abelhas.

Enquanto ao predador natural você pode usar inseticidas contra os tais que não prejudiquem as abelhas e isso poderia ser uma solução para os dois problemas.

Essas soluções estão marcadas pela visão racional que permeia todo o texto da primeira página da solução para o caso, visto que há uma concepção salvacionista de C&T: a tecnologia não é o problema, apenas a estavam usando incorretamente.

Já o texto no verso da folha entregue pelo grupo, revelou-se mais próximo de uma visão socioambiental, pois reafirma as críticas ao modo de produção dominante, escolhido pelo fazendeiro vizinho às personagens principais do caso, que reduz a diversidade de plantas e “pode ter prejudicado o processo de polinização das abelhas e isso pode influenciar na morte das tais”, indicando compreensão da complexidade da questão.

Assim como toda a produção do grupo, o cartaz final também revela uma visão heterogênea, misturando elementos das três visões: natural, racional e socioambiental. A visão socioambiental se mantém com a repetição da “falta de pólen e diversidade de plantas frutíferas na região” como causa, derivada da crítica ao modo de produção em monoculturas. Entretanto, as outras duas causas descritas e uma das soluções propostas pelo grupo indicam a persistência da visão racional. As causas indicadas foram “agrotóxicos usados nas plantações” e “predadores naturais em excesso”. A julgar pelo contexto dado pelas propostas na solução do caso, o problema é o uso do agrotóxico inadequado e não o veneno em si e isso vai ao encontro do papel de C&T e da visão racional: o conhecimento científico e a tecnologia podem resolver problemas, inclusive os relacionados à crise ambiental. Esta última também foi citada na árvore de problemas da turma.

No cartaz final, assim como no caso, a solução dada pelo grupo para essas duas causas foi a mudança do tipo de agrotóxicos, mais uma vez indicando a tecnologia como solução, desde que usada corretamente. Já as consequências listadas e uma outra solução apontada pelo grupo estão mais inclinadas à visão natural. As consequências citadas foram “uma grave diminuição do crescimento de flores frutíferas na região” e a morte das abelhas, que aqui pode ser interpretada como a extinção das abelhas e que foi repetida em dois espaços de “consequências”. A outra solução apresentada foi “não prejudicar a flora da região”,

o que indica uma visão de que a interferência humana é prejudicial ao ambiente natural (visão natural).

Se por um lado, o grupo demonstrou que ainda precisa desenvolver uma prática social mais transformadora (TOZONI-REIS, 2007), no sentido do que é esperado de sujeitos ecológicos (CARVALHO, 2008), por outro, é possível perceber uma fagulha de compreensão crítica do desaparecimento das abelhas como questão socioambiental (LEFF, 2003).

5.1.4 Grupos Cinza, Grafite e Uva

O grupo Cinza foi formado, com cinco integrantes, no primeiro dia para a atividade da árvore de problemas. Nenhum integrante do grupo entregou uma solução para o estudo de caso. Na atividade do cartaz, o grupo Cinza se desmembrou, sendo que dois de seus integrantes juntaram-se com outros dois estudantes, que não entregaram nenhuma das atividades anteriores, outras duas integrantes do grupo Cinza, fizeram o cartaz juntas, no grupo Uva, e a quinta participante do grupo Cinza, juntou-se ao grupo Roxo, que será analisado posteriormente.

A árvore de problemas do grupo Cinza considerou como causas ameaças à saúde das abelhas (patógenos e parasitas), “mudanças climáticas”, “destruição do habitat natural das abelhas” e o “uso de agrotóxicos”. Consideramos que essas podem indicar: tanto uma visão socioambiental, caso os estudantes tenham considerado o modelo de agricultura intensiva de modo a evidenciar a relação humano-natureza historicamente construída, quanto uma visão natural, em que a interferência humana e C&T são tidas como maléficas. Nas consequências, o grupo focou na escassez de recursos naturais – como a escassez de flores e de vegetais e a “diminuição da produção de mel” – e em “problemas na economia”, indicando, por um lado, certa compreensão das relações inseto-planta importantes no ensino de Ecologia, mas por outro uma aproximação à visão racional, que prioriza o desenvolvimento econômico. Acreditamos que o grupo possa ter sofrido influência dos materiais informativos (vídeo do Pirula e reportagens), além da árvore de problemas da turma, mas principalmente das reportagens sobre o desaparecimento das abelhas, visto que elas apresentam foco nas consequências relacionadas aos impactos na produção de alimentos e na economia.

O grupo Grafite, em seu cartaz, manteve os agrotóxicos como causa do desaparecimento das abelhas e acrescentou “poluição” e “desmatamento”. Assim como as causas listadas na árvore de problemas do grupo Cinza, mais uma vez, fora de um contexto, não nos permitem classificá-las dentro de uma visão natural, relacionando a atividade humana aos prejuízos à natureza, ou dentro de uma visão socioambiental, considerando a complexa teia de relações que se dão no socioambiente (LEFF, 2003). Nas consequências, também observamos algumas semelhanças com a árvore do grupo Cinza, como problemas da reprodução de plantas listados como uma das consequências, e problemas na produção de alimentos e na economia — “falta de mel” e “maior gasto na produção por conta da maior mão de obra por falta de abelhas”. Esta última consequência, provavelmente foi considerada por causa do vídeo do Pirula, que relata a polinização manual, por seres humanos, em plantações de maçã na China. Assim, parece ter se mantido a visão racional das consequências, pois o foco é na falta de recursos afetando o desenvolvimento econômico, que marca essa visão.

Em “O que podemos fazer”, os estudantes sugeriram “reflorestamento” e “o uso de matéria orgânica”. A primeira sugestão responde à causa “desmatamento” e, se analisada conjuntamente com a segunda sugestão, que acreditamos que se refira à agricultura orgânica mencionada pela monitora do Sítio Geranium, sugere uma aproximação à perspectiva socioambiental. Na visita ao sítio, a monitora explicou que, na agricultura orgânica, não há uso de agrotóxicos ou fertilizantes sintéticos, apenas matéria orgânica. Esta proposta de solução pode apontar para uma mudança no modo de produção agrícola vigente, buscando aumentar a fertilidade do solo, equilibrar o sistema e substituir os agrotóxicos por controle biológico, o que implicaria também uma mudança na compreensão das relações humano-natureza e das relações C-T-S-A.

No entanto, apesar de o grupo Grafite ter sido coerente em suas ações, não propuseram nada que pudesse evitar mais desmatamento, apenas o reflorestamento para reverter os danos já causados. Os estudantes também não consideraram nada que pudesse realmente indicar uma prática social transformadora, como preconizado na educação crítica (TOZONI-REIS, 2007).

O grupo Uva repetiu o padrão de causas do grupo Grafite em seu cartaz: “uso de agrotóxicos”, “fragmentação de habitats” e “mudanças climáticas”, não apresentando contexto suficiente para que possamos identificar qual a visão de

ambiente – socioambiental ou natural –, a exemplo dos demais grupos. Duas consequências listadas por este grupo – “redução da fabricação do mel” e “falta de flores no mercado” foram classificadas na categoria de visão racional. A terceira consequência mencionada pelo grupo – “falta de polinização natural –, ainda que não apresente elementos suficientes para que pudéssemos classificá-la em uma das três visões, indica um conteúdo importante no contexto do ensino de Ecologia. Ao descrever o que poderiam fazer, as estudantes foram coerentes com as causas que listaram — “evitar o uso de agrotóxicos” e “evitar a poluição e o desmatamento”. Classificamos essas propostas na visão socioambiental, pois apontam, ainda que timidamente, na direção de uma mudança do modo de produção agrícola. Apesar de coerentes, as estudantes poderiam ter se aprofundado mais na descrição e, mais uma vez, observamos a falta de uma prática social transformadora nesse espaço de seu cartaz.

5.1.5 Grupo Laranja/ Tangerina

O grupo Laranja foi formado no primeiro dia de intervenção, para a elaboração da árvore de problemas, com seis integrantes, e se reuniu no último dia para a elaboração do cartaz. Entretanto, na solução do estudo de caso, o nome de uma das estudantes estava ausente, portanto, demos outro nome ao grupo: Tangerina.

Em sua árvore de problemas, o grupo Laranja considerou várias causas como “erosão”, que também foi listada na árvore da turma, bem como “aquecimento global” e “falta de néctar” e também incluiu “CCD” (*Colony Collapse Disorder*)¹³ e “agrotóxicos”. Essas causas de um modo geral podem indicar uma visão socioambiental, por considerarem a síndrome do Distúrbio do Colapso das Colônias, que aparenta ser causada por uma combinação de múltiplos fatores, inclusive o modo de produção agrícola vigente e as mudanças climáticas, os quais em conjunto trazem complexas inter-relações humano-natureza e CTSA. Na copa da árvore, o

¹³ CCD (*Colony Collapse Disorder*) é a sigla em inglês para a síndrome do Distúrbio do Colapso da Colônia (DCC). Essa síndrome tem acometido espécies de abelhas sociais na Europa e nos Estados Unidos e, segundo Pires et al. (2016), há dois casos de enfraquecimento de colmeias no Brasil com as características da síndrome. O DCC consiste no colapso de sociedades de abelha (como o nome indica) sem motivo aparente. Ainda não se sabe ao certo o que está causando essa síndrome, mas estudos apontam para a combinação de fatores como a problemas na nutrição das abelhas, o uso de agrotóxicos nas plantações e mudanças climáticas (PIRES *et al.*, 2016).

grupo repetiu todas as consequências da árvore da turma e acrescentou “falta de polinização”. As consequências “falta de flores” e “falta de mel”, também presentes na árvore da turma, podem indicar tanto uma compreensão de relações inseto-planta como uma proximidade à visão racional, conforme interpretação do material dos demais grupos. Entretanto, analisando a copa da árvore como um todo, ela pode sugerir uma compreensão mais complexa da questão, revelando uma visão socioambiental.

Na solução para o estudo de caso, o grupo Tangerina se ateve a apontar o uso de agrotóxicos na produção vizinha como causa do desaparecimento das abelhas, mas não apresentou uma solução propriamente dita. Desse modo, não foi possível identificar a visão predominante no texto.

No cartaz do grupo Laranja, o nível de profundidade das causas e consequências e a classificação das causas se mantiveram semelhantes ao da árvore. A única novidade nas causas do cartaz foi “queimadas”, que poderia ser classificada tanto na visão socioambiental quanto na visão natural, a depender da forma como compreendem as relações entre humanos e natureza. Todas as consequências do cartaz – “baixa polinização”, “redução das flores e frutas” e “falta de mel” – indicam uma visão racional, visto que as duas primeiras estão diretamente ligadas à terceira e a falta de recursos está em foco, novamente colocando a natureza como fornecedora de recursos para os seres humanos. No entanto, podemos também compreender “baixa polinização” como menção a um processo tratado na Ecologia Natural, importante para a compreensão da complexidade do problema em questão.

No campo “O que podemos fazer?”, os estudantes escreveram uma proposta genérica: “Ter mais consciência dos nossos atos, e não fazer coisas prejudiciais a natureza geral.” Apesar de não haver elementos suficientes para classificar essas propostas, a primeira sugestão pode indicar tanto a importância dada ao conhecimento, apontando na direção da visão racional, como a busca por uma mudança de postura em relação às questões ambientais, como preconizado pela EA e formação de sujeitos ecológicos. No entanto, a segunda parte da solução apresentada aponta mais para a visão natural, pois poderia ser interpretada como uma dicotomia entre humanos e natureza, sendo a intervenção humana prejudicial à ela. Mais uma vez, não houve menção a causas políticas, nem a uma prática social transformadora para tentar solucionar o problema. Apesar de termos observado

influências dos materiais informativos apresentados aos estudantes na intervenção e da visita ao Sítio Geranium, o grupo parece ter se limitado a cumprir as tarefas propostas, não demonstrando muita reflexão no desenvolvimento das atividades.

5.1.6 Grupo Rosa/ Vermelho

O grupo Rosa foi composto por quatro estudantes no primeiro dia da intervenção, quando elaborou uma árvore de problemas. Nas atividades seguintes, o grupo sofreu alterações: saída de uma integrante (que foi para o grupo Musgo) e entrada de dois novos integrantes, que não participaram da atividade da árvore de problemas com nenhum outro grupo.

A árvore de problemas do grupo Rosa também mostrou influências da árvore da turma (uma causa e duas consequências) e do vídeo do Pirula e das reportagens. As causas foram: “fungicidas”, “agrotóxicos em geral”, “falta de flores”, “poluição” e “aquecimento global”. A exemplo de outros grupos, não foi possível identificar se a visão predominante deste grupo tendia à socioambiental ou à natural, pois não há contexto suficiente que indique se o grupo considerou a teia de relações CTSA envolvidas na questão. O conjunto da causa “falta de flores” com as consequências “falta de polinização”, “falta de fabricação de mel”, “sem plantas”, “sem alimentos”, “sem animais” indica, por um lado, uma aproximação à visão racional, pois enfatiza a escassez de recursos e sugere a ideia de que a natureza deve servir à humanidade, devendo ser explorada de forma racional para que sempre haja recursos disponíveis. Por outro lado, todas elas juntamente com outra consequência, “desequilíbrio da fauna”, podem apontar uma compreensão de relações entre abelhas e plantas tratadas na disciplina Ecologia, apontando para a direção da visão natural ou da visão socioambiental, dependendo de como o ser humano é visto em sua relação com a natureza.

Na solução para o caso, o grupo Vermelho atribuiu o desaparecimento das abelhas ao uso excessivo de agrotóxicos e à “poluição do ar”. A primeira causa pode indicar uma visão racional, pois insinua que o problema não é o agrotóxico em si, mas sim seu uso incorreto, o excesso. Sugere que não haveria problema com o modo de produção agrícola vigente, mostrando que o grupo não considerou as limitações dessa tecnologia. A segunda causa não revela a forma como é vista a relação entre humanos e natureza, assim não podemos classificá-la na visão

natural, caso essa relação seja vista como essencialmente predatória, ou na visão socioambiental, caso essa relação seja vista como uma teia complexa.

Os estudantes repetiram a maior parte das consequências, mantendo o padrão observado na árvore de problemas do grupo Rosa: elementos que apontaram para uma visão racional (foco na falta de recursos, de modo que a natureza é compreendida ao dispor da humanidade). Foi interessante a expressão usada pelo grupo para apresentar uma das consequências: “quebra o ecossistema”, o que pode indicar certa compreensão de uma ruptura na dinâmica complexa de relações presentes em um ecossistema. Tanto na solução para o caso, quanto no cartaz, o grupo deu duas possibilidades de solução distintas e coerentes com as causas apresentadas nesta atividade: “usar quantidade de agrotóxicos considerável” – o que entendemos como usar menor quantidade de agrotóxicos, talvez a recomendável pelo fabricante – ou “não usar agrotóxicos (frutas e verduras orgânicas)”. Novamente, entendemos que convivem indícios da visão racional e da visão socioambiental. Na primeira solução, assim como a causa correspondente, a tecnologia ocupa um lugar de destaque, e o modo de produção agrícola dominante não é questionado. Já a segunda, por propor uma produção orgânica, ou seja, uma nova concepção de produção de alimentos, aproxima-se de uma visão socioambiental, é uma solução que aponta mais na direção de uma prática social transformadora, que repensa e busca modificar as relações entre sociedade e ambiente.

No cartaz final do grupo Vermelho, causas, consequências e soluções se repetem, em relação à árvore e à solução. Mais uma vez, as causas “poluição”, “aquecimento global” e “agrotóxicos” não puderam ser classificadas, pois, dependendo da compreensão da relação humano-natureza, podem tender tanto à visão natural quanto à visão socioambiental. Analisando as consequências, observamos que uma delas foi escrita de forma um pouco mais elaborada – “Falta de pólen, causando falta de alimentos derivados do mel” –, pois relaciona a escassez de alimentos para seres humanos (derivados do mel) com a escassez de alimentos para as abelhas (pólen). Isso mostra um ampliação da visão do grupo da primeira atividade para a última, principalmente no que diz respeito à complexidade no tratamento da questão do desaparecimento das abelhas, ampliando sua visão do problema.

5.1.7 Grupo Verde/ Musgo

O grupo Verde, formado por cinco estudantes, entregou a atividade da árvore de problemas e nenhuma de suas integrantes entregou a solução pra o caso. Para a última atividade (o cartaz), o grupo perdeu uma integrante, que se juntou ao grupo Roxo, e ganhou outra, que antes fazia parte do grupo Rosa e também não entregou uma solução para o caso.

A árvore de problemas do grupo Verde mostra confusão entre causas e consequências, mais do que as atividades dos outros grupos. O grupo pareceu não ter usado muitas informações do vídeo do Pirula, nem das reportagens. Ao analisar as raízes e a copa dessa árvore como um todo, notamos grande ênfase na falta de recursos naturais, foram listadas falta de minerais, de mel, de néctar, de pólen, de alimentação para abelhas, de alimentação humana, entre outras causas e consequências. Assim, quase toda a árvore apresentou a visão racional, segundo a qual a natureza deve servir aos interesses humanos, porém sua exploração deve ser racional, justamente para que não falem recursos. Uma causa não pôde ser classificada, “poluição do ar”, poderia indicar tanto uma visão natural, se os seres humanos forem vistos de forma essencialmente negativa, quanto uma visão socioambiental se essa relação for compreendida de maneira complexa. No entanto, as consequências mencionadas acima sugerem um tratamento dicotômico entre natureza e sociedade, o que nos leva a considerar que a compreensão do grupo não alcançou a complexidade da visão socioambiental.

No cartaz do grupo Musgo, observamos uma ampliação de conhecimento sobre o desaparecimento das abelhas e também de profundidade da escrita, pois identificamos informações mais completas, com mais explicações sobre as causas e consequências apontadas. Os cartazes com *layout* pronto que disponibilizamos não foram suficientes para a quantidade de grupos, então fizemos à mão em um papel em branco, de mesmo tamanho dos outros cartazes, que foi entregue ao grupo, mas sem o texto explicativo ao centro. As estudantes escreveram um texto para ocupar esse espaço, fizeram uma ilustração e preencheram os espaços de “Causa”, “Consequência” e “O que podemos fazer” com um só texto para cada seção dividido pelas três “caixas” de causas, pelas três de “consequências” e a única sobre soluções, em vez de separar três causas e três consequências como a maioria dos grupos (Figura 4). O desenvolvimento da capacidade de escrita também foi

observado por Silva, Oliveira e Queiroz (2011) em seu trabalho com estudo de caso. Os autores elaboraram um questionário no qual mais 60% dos estudantes que participaram da pesquisa assinalaram “concordo” ou “concordo fortemente” no item “Desenvolvi minha capacidade de comunicação escrita”.

Consequência:
 "Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência.
 Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora."

Consequência:
 Sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana!
 pólen e néctar são os principais alimentos das abelhas, que se alimentam

Consequência:
 de flor em flor. A polinização é uma atividade essencial para a reprodução

O somiso das abelhas
Você sabia que as abelhas estão?
 A Extinção das abelhas pode acabar com a humanidade?

Nos últimos anos, a quantidade de abelhas tem diminuído no mundo. Pragas e uso de pesticidas estão entre as principais causas desse fenômeno, que já afeta o Brasil.

Dois terços dos alimentos que nós ingerimos são cultivados com a ajuda das abelhas. Na busca de pólen, sua refeição, esses insetos polinizam plantações de frutas, legumes e grãos.



Causa:
 - Ao derrubar e queimar árvores, ninhos e colmeias de abelhas são completamente destruídos.
 Isso provavelmente vai ser uma forte destruição contra e para as abelhas.

Causa:
 - O desmatamento causa a redução da oferta de alimentos às abelhas, e também a redução de áreas de modificação (locais para as abelhas fazerem seus ninhos);

Causa:
 - A estratificação de florestas, ou seja, pequenas áreas preservadas separadas por grandes áreas desmatadas, faz com que seja reduzido o fluxo gênico entre as abelhas de uma mesma espécie (algumas espécies nativas tem pouca autonomia de voo e não conseguem passar de uma mata a outra) diminuindo a variabilidade da espécie.

O que podemos fazer:
 As abelhas "semem" como, como resultado de migração, deixando mel, pólen, crias e até a própria rainha para trás. E isso se dá, porque a Síndrome apita o sistema nervoso das mesmas e assim a memória e o senso de direção ficam comprometidas. Por isso, não conseguem retornar à colmeia.

Figura 5 - Cartaz final do grupo musgo.

As consequências no cartaz foram semelhantes às apresentadas na árvore. Porém, nessa atividade, as estudantes escreveram um texto relacionando os fatores listados e sugeriram uma visão complexa, próxima da socioambiental. As causas também se mostraram mais elaboradas — desmatamento e queimadas levando à destruição de habitats e à “redução da oferta de alimentos” das abelhas, redução do fluxo gênico por conta da fragmentação de áreas conservadas – e tendem para uma visão socioambiental, pois estão relacionadas à agricultura intensiva, que envolve a interação humano-natureza historicamente construída.

Ainda no cartaz, o grupo iniciou seu texto explicativo com a pergunta “A extinção das abelhas pode acabar com a humanidade?” É importante considerar que essa atividade teve o intuito de produzir cartazes informativos, que chamassem a atenção do público para a questão do desaparecimento das abelhas. Assim, é possível que o grupo tenha escrito essa pergunta sobre o futuro da humanidade a fim de cativar a atenção de quem passasse por perto do cartaz. Em outras partes do mesmo texto, o grupo se referiu a “pragas e uso de pesticidas” como uma das “principais causas” do desaparecimento das abelhas e afirmou que “Dois terços dos alimentos que nós ingerimos são cultivados com a ajuda das abelhas.” Esses trechos, assim como a pergunta inicial, também têm relação com a interação histórica entre seres humanos e natureza, evidenciando o modo de produção agrícola dominante no Brasil, e foram classificados na categoria da visão socioambiental.

Nem o grupo Verde, nem o grupo Musgo apresentaram a solução para o estudo de caso e no cartaz também não houve proposta do que podemos fazer quanto ao desaparecimento das abelhas. As estudantes utilizaram o espaço do cartaz destinado a uma proposta de prática social para explicitar uma síndrome, provavelmente a DCC. Apesar de não terem apontado nenhuma solução, de não terem ido na direção de uma prática social transformadora, as estudantes buscaram novas informações, aprofundando-se na questão, e elaboraram melhor seu texto, da primeira atividade para a última. Esses resultados apresentaram semelhança com os resultados obtidos por Silva, oliveira e Queiroz (2011). De um modo geral, as estudantes demonstraram uma ampliação da sua compreensão do problema.

5.1.8 Grupo Roxo

O grupo Roxo formou-se apenas no último dia, para a elaboração do cartaz, e foi composto por três estudantes: uma que fez parte do grupo Cinza, outra do grupo Verde, (para a atividade da árvore de problemas) e uma terceira, que não entregou nenhuma das atividades anteriores. Nenhuma integrante do grupo entregou a solução para o caso. Assim, aqui analisamos apenas o cartaz do grupo.

Duas das três causas apontadas pelo grupo foram compreendidas como indícios de uma visão socioambiental: “O uso de agrotóxicos nas plantas” e “crescimento de monoculturas”, pois sugerem uma crítica ao principal modo de produção agrícola do Brasil, relacionando à questão do desaparecimento das abelhas. As duas causas foram mencionadas pela monitora do Sítio Geranium durante nossa visita ao local e os agrotóxicos também foram citados nos vídeos do Pirula e da A.B.E.L.H.A. e na reportagem da Embrapa.

O grupo também incluiu “desmatamento e a mudança climática” como causa, mas não nos trouxeram elementos suficientes para classificá-los na visão natural ou na visão socioambiental. As consequências mantiveram o formato observado na árvore de problemas da turma, sucintas, sem aprofundamento: “falta de flores”, de pólen e de mel. Interpretamos essas consequências como falta de recursos, preocupação da visão racional. Essa visão também foi observada no campo “O que podemos fazer?”, onde o grupo Roxo sugeriu “Conscientizar as pessoas sobre o desaparecimento das abelhas, mostrando [a] elas as causas e as consequências se ficarmos sem abelhas.” Essa proposta pode estar relacionada à ênfase que a visão racional dá ao conhecimento científico como se houvesse uma relação direta entre conhecimento e resolução de problemas ambientais. A solução apresentada pelo grupo não sugere uma prática social transformadora (TOZONI-REIS, 2007) ou uma atitude ecológica, com “sensibilidades estéticas, éticas e políticas sensíveis à identificação dos problemas e conflitos que afetam o ambiente em que vivemos” (CARVALHO, 2004, p. 21), como é preconizado pela EA crítica.

5.1.9 Síntese da análise da produção dos estudantes

A análise das produções indica que alguns grupos de trabalho incorporaram termos relacionados ao conteúdo de Ecologia ao seu vocabulário. Sugere também

que, apesar da dificuldade inicial de compreensão do que seriam causas e consequências, possivelmente atribuída à complexidade das questões socioambientais, conseguiram compreender relações envolvidas no problema do desaparecimento de abelhas, integrando conceitos da Ecologia natural a aspectos socioeconômicos relacionados ao modelo de produção agrícola predominante na sociedade contemporânea.

O quadro 5 traz uma síntese da categorização da produção dos estudantes durante as atividades desenvolvidas na intervenção educativa. Foi possível identificar elementos nos materiais produzidos que sugerem aproximação a uma visão socioambiental a respeito do problema estudado. No entanto, esses elementos convivem com outros que trazem indícios das perspectivas natural e racional, ambas marcadas pela cisão entre ambiente natural e sociedade, sendo que a segunda delega a resolução do problema a inovações tecnológicas, enxergando C&T de maneira acrítica, ao contrário do que é esperado em abordagens com enfoque CTSA, que considera tanto as contribuições como as limitações dos conhecimentos científicos e das tecnologias. Para alguns termos não foi possível associar uma categoria, pois faltaram elementos de contexto para identificar relação com uma perspectiva socioambiental ou com uma perspectiva natural. Nesta última visão os humanos são compreendidos de modo genérico, sem considerar diferenças sociais e de poder político nas decisões e ações sobre o ambiente.

Quadro 5: Síntese da categorização das produções dos estudantes participantes da intervenção educativa

Grupo	Expressões associadas à visão socioambiental	Expressões associadas à visão natural	Expressões associadas à visão racional	Expressões que causaram dúvida na interpretação
Turma toda (início da atividade)		<ul style="list-style-type: none"> • desequilíbrio da cadeia alimentar • dificuldade na reprodução 	<ul style="list-style-type: none"> • falta de árvore • falta de néctar/flor/pólen • falta de doce 	<ul style="list-style-type: none"> • aquecimento global • poluição do solo
Amarelo/Mostarda	<ul style="list-style-type: none"> • pesticidas e fungicidas • agricultura intensiva • agrotóxicos • cultivo de OGMs • auxiliar as pessoas para não utilizar agrotóxicos • fragmentação de habitat 	<ul style="list-style-type: none"> • parasitismo das abelhas 	<ul style="list-style-type: none"> • exagero de agrotóxicos • redução da produção de alimentos • falta de mel • o uso de tela para reduzir o espaço de locomoção das abelhas 	<ul style="list-style-type: none"> • desmatamento • aquecimento global • mudanças climáticas
Azul	<ul style="list-style-type: none"> • monocultura • uso de pesticidas especialmente neonicotinoides • estresse [das abelhas] e vulnerabilidade a doenças • inseticidas usados nas plantações de soja, pode ocorrer que os tais transmitam fungos para as abelhas 	<ul style="list-style-type: none"> • não prejudicar a flora da região 	<ul style="list-style-type: none"> • Café da manhã básico sem grandes variedades de alimentos • falando com seu vizinho, para que ele mude a marca de inseticidas, para um não prejudicial as abelhas. 	
Cinza/Grafite/Uva	<ul style="list-style-type: none"> • destruição do habitat natural das abelhas • fragmentação de habitat • uso de agrotóxicos • reflorestamento e uso de matéria orgânica • evitar o uso de agrotóxicos • evitar a poluição e o desmatamento 		<ul style="list-style-type: none"> • escassez de flores e de vegetais • diminuição da produção de mel • problemas na economia 	<ul style="list-style-type: none"> • ameaças à saúde das abelhas (patógenos e parasitas) • mudanças climáticas • desmatamento • poluição
Laranja/Tangerina	<ul style="list-style-type: none"> • agrotóxicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ter mais consciência dos nossos atos, e não fazer coisas prejudiciais à natureza em geral 	<ul style="list-style-type: none"> • falta de flores • falta de mel • baixa polinização • redução das flores e frutas • falta de mel 	<ul style="list-style-type: none"> • erosão • aquecimento global • falta de néctar • <i>CCD (Colony Collapse Disorder)</i> • queimadas

Grupo	Expressões associadas à visão socioambiental	Expressões associadas à visão natural	Expressões associadas à visão racional	Expressões que causaram dúvida na interpretação
Rosa/Vermelho	<ul style="list-style-type: none"> • fungicidas • agrotóxicos em geral • não usar agrotóxicos (frutas e verduras orgânicas) • Falta de pólen, causando falta de alimentos derivados do mel 	<ul style="list-style-type: none"> • desequilíbrio 	<ul style="list-style-type: none"> • falta de flores • falta de polinização • falta de fabricação de mel • sem plantas • sem alimentos • sem animais • uso excessivo de agrotóxicos • usar quantidade de agrotóxicos considerável 	<ul style="list-style-type: none"> • poluição/poluição do ar • aquecimento global • desequilíbrio da fauna • quebra o ecossistema
Verde/Musgo	<ul style="list-style-type: none"> • desmatamento e queimadas levando à destruição de habitats e à redução da oferta de alimentos das abelhas, • redução do fluxo gênico por conta da fragmentação de áreas conservadas • pragas e uso de pesticidas • Dois terços dos alimentos que nós ingerimos são cultivados com a ajuda das abelhas • A extinção das abelhas pode acabar com a humanidade? 		<ul style="list-style-type: none"> • falta de minerais, • falta de mel, • falta de néctar, • falta de pólen, • falta de alimentação para abelhas, • falta de alimentação humana 	<ul style="list-style-type: none"> • poluição do ar
Roxo	<ul style="list-style-type: none"> • uso de agrotóxicos nas plantas • crescimento de monoculturas 		<ul style="list-style-type: none"> • falta de flores • falta de pólen • falta de mel • Conscientizar as pessoas sobre o desaparecimento das abelhas, mostrando [a] elas as causas e as consequências se ficarmos sem abelhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • desmatamento • mudanças climáticas

5.2 REFLETINDO SOBRE A INTERVENÇÃO – UMA AUTOANÁLISE

Tendo em vista que o nosso objetivo com esta pesquisa foi investigar o potencial de um estudo de caso, no ensino de Ecologia, para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre questões socioambientais por estudantes de Ensino Médio, fizemos também a análise das atividades propostas na intervenção educativa, na tentativa de responder às questões de pesquisa: (1) Quais desafios se impõem em abordagens de ensino com questões socioambientais para a formação de cidadãos críticos? E (2) como podemos superar esses desafios?

5.2.1 Desafios técnicos

A partir da análise de conteúdo das produções dos estudantes que participaram da intervenção educativa, pudemos perceber que poderíamos ter oferecido mais suporte para a formação de pensamento crítico sobre questões socioambientais, estimulando mais a reflexão sobre o tema abordado em discussões em sala de aula, por exemplo. Apesar de algumas situações estarem além do nosso controle, como falhas técnicas – tivemos problemas para ligar o projetor e não conseguimos abrir o vídeo editado do Pirula –, outras, se direcionadas de forma diferente, poderiam ter contribuído mais para o alcance do objetivo das atividades.

O primeiro desafio que tivemos que enfrentar foi a falta de proximidade entre a professora-pesquisadora e a turma, que acreditamos que possa ter afetado o engajamento dos estudantes nas atividades propostas. Pensando em professores que queiram desenvolver um trabalho semelhante (descrito na Proposição de Ação Profissional Docente - Apêndice D), provavelmente, isso não seria um problema, visto que eles seriam os regentes da turma, já tendo desenvolvido um vínculo maior com os estudantes. Entretanto, pensando em futuras pesquisas que possam vir a ser realizadas em situação semelhante à nossa – em que a professora-pesquisadora, não tenha vínculo algum com os estudantes antes do desenvolvimento da pesquisa em si –, uma possibilidade é iniciar o processo da pesquisa com observação da turma por um determinado período, antes da intervenção educativa propriamente dita. Assim, a professora-pesquisadora, além de poder se familiarizar com a dinâmica da turma durante as aulas, teria a chance de iniciar um vínculo com os estudantes, tornando-se figura conhecida deles.

Ainda sobre o engajamento nas atividades da intervenção educativa, durante o processo de transcrição dos áudios, percebemos que nossa comunicação com os estudantes poderia ter sido melhor, principalmente no que se refere às instruções e aos objetivos de cada atividade proposta. Ao explicar a atividade da árvore de problemas, por exemplo, poderíamos ter explicitado a diferença entre causa e consequência, visto que foi frequente a confusão entre as duas no material produzido pelos grupos. Para que os estudantes realizem as tarefas propostas, é necessário que eles tenham clareza tanto das instruções quanto dos objetivos de cada tarefa. Além da explicação oral, certificando-se de que a atenção da turma esteja voltada para a professora-pesquisadora nesse momento, uma possibilidade é escrever os objetivos e as instruções no quadro, para que os estudantes possam lembrar rapidamente, em caso de dúvida.

Outro desafio foi a falta de um laboratório de informática na escola em condições próprias para uso – acesso à internet e computadores em número suficiente para os estudantes da turma (ainda que fosse para trabalharem em duplas ou trios). Em nosso planejamento inicial para a intervenção educativa, estava prevista uma aula em que os estudantes iriam para o laboratório de informática da escola para pesquisarem mais informações sobre o desaparecimento das abelhas e começarem a elaborar uma resposta para o caso após a leitura deste. Assim que apresentamos o planejamento para a professora de Biologia, ela informou que precisaria verificar o estado do laboratório de informática e quando explicamos aos alunos que essa seria uma das atividades a serem realizadas, eles confirmaram o estado precário do laboratório. Pensamos que uma alternativa seria pedir para os estudantes pesquisarem em seus próprios celulares. Entretanto, por se tratar de um público heterogêneo, em que nem todos teriam *smartphones* com acesso à internet, optamos por levar cópias (uma por grupo) de duas reportagens sobre o desaparecimento das abelhas, uma mais técnica (DINIZ, 2016) e outra voltada para o público geral (D'ÂNGELO, 2016). Avaliamos que, com isso, acabamos por limitar as informações às quais os estudantes poderiam ter acesso, mesmo que alguns tenham pesquisado em seus celulares ou em casa. Apesar de podermos recorrer à nossa criatividade para superar obstáculos como esse, podemos e devemos exigir do poder público as condições adequadas para nossas escolas.

A carga horária foi outro desafio para a formação de pensamento crítico. Se considerarmos apenas a disciplina de Biologia, como foi o caso da nossa

intervenção educativa, há apenas duas horas-aula por semana. Além disso, trabalhamos o estudo de caso no âmbito específico dos conteúdos de ecologia, limitando o número de aulas que a professora regente poderia nos disponibilizar. Entretanto, o pensamento crítico e a complexidade ambiental não se limitam a um único campo do conhecimento e podem ter seu desenvolvimento estimulado nas diversas componentes curriculares e também em espaços extramuros. Um projeto interdisciplinar, ou até transdisciplinar (ideal para a EA), poderia contribuir para a superação do desafio de formação de pensamento crítico sobre questões socioambientais (JACOBI, 2005), ao ampliar o limite de tempo e de aulas disponíveis.

5.2.2 Desafios relacionados à abordagem proposta para o ensino de Ecologia

Um dos desafios relacionados à abordagem de ensino proposta nesta dissertação que mais chamou nossa atenção foi a dificuldade de envolver os estudantes na questão apresentada. Uma hipótese sobre o que pode ter causado essa dificuldade foi o uso de um caso fictício para a apresentação do problema, o que pode tê-lo distanciado dos educandos, que não o viram como um problema próprio ou mesmo como um problema de toda a sociedade. Esse desafio foi percebido ainda no decorrer da intervenção e, buscando superá-lo, tratamos o estudo de caso para além da história fictícia, apresentando textos informativos de revistas e *sites* de divulgação científica, um vídeo de um *youtuber* (mídia popular entre os jovens) e levando a turma para visitar o Sítio Gerânio, de modo que pudessem se aproximar da questão socioambiental que é o desaparecimento de abelhas.

Outro desafio encontrado no que se refere ao tratamento crítico para as questões socioambientais foi: como ampliar a visão dos estudantes sobre a prática social em foco, de ações individuais para ações mais amplas. A maioria das soluções apresentadas pelos grupos foram pontuais, distantes de uma perspectiva coletiva, que envolvesse decisões políticas, políticas públicas, alternativas a um modelo de produção individualista, consumista e predatório. Uma possibilidade para superação desse desafio seria apresentar aos estudantes processos reais de tomadas de decisão e buscar sensibilizá-los para a diferença de impacto entre ações

que partem de uma perspectiva individualista e pontual e ações que partem de uma perspectiva sociopolítica.

O terceiro e último desafio que identificamos nessa abordagem foi compreender a relação causa-consequência com toda a complexidade que uma questão socioambiental envolve, para além da compreensão linear. Nas produções dos estudantes, diversas vezes foi possível observar sua dificuldade em listar o que seriam causas e o que seriam consequências do desaparecimento de abelhas. A árvore de problemas foi uma tentativa de abordagem complexa da relação causa-consequência, mas ainda assim é preciso ter cuidado para não a reduzir a uma linha reta saindo da raiz até a copa.

Quando buscamos alternativas ao modelo tradicional de educação, é esperado que se encontrem desafios. E para alcançarmos uma educação crítica é preciso resistir e superar esses desafios, persistindo na direção de uma sociedade mais justa e verdadeiramente democrática.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que observamos tanto durante a sondagem de pensamento crítico, quanto durante a intervenção educativa, foi a necessidade de abordagens no ensino que suscitem discussões sobre questões socioambientais para a formação, não apenas do pensamento crítico – no sentido da racionalidade crítica, no âmbito da complexidade ambiental (LEFF, 2003) –, mas de cidadãos críticos, que se aproximem do ideal de um sujeito ecológico (CARVALHO, 2008). Neste trabalho, o foco foi o ensino de Ecologia. A intervenção nos mostrou que os estudantes se apropriaram de termos relacionados a problemas ambientais e de conceitos de Ecologia, mas que ainda precisam refletir mais sobre eles de forma profunda e questionar o que está por trás desses problemas, indo além de um tratamento da ação humana de modo genérico, como se todos humanos fossem vilões, independente de sua inserção em diferentes grupos sociais e de seu poder político.

A preocupação apresentada por Motokane sobre a dificuldade ou ausência de conexão feita entre os conhecimentos científicos de Ecologia e os problemas ambientais (MOTOKANE, 2015) também foi observada na sondagem de pensamento crítico. Apesar de nomearem diferentes problemas ambientais, os estudantes demonstraram pouco conhecimento sobre os conceitos científicos neles envolvidos, algumas vezes, confundindo termos e conceitos. Sendo assim, procuramos pensar o ensino de ciências e, mais especificamente, o ensino de Ecologia de modo que trate de questões ambientais em toda a sua complexidade, abordando suas implicações sociais e os conhecimentos científicos a elas relacionadas.

Nesse sentido, buscamos o estudo de caso como ferramenta para direcionar pesquisas, reflexões e discussões sobre um tema socioambiental. A intervenção por nós realizada contou também com a exibição de vídeos informativos, aulas expositivas dialogadas, reportagens sobre o assunto, uma saída a campo, entre outras atividades. A análise das produções dos estudantes durante a intervenção indica que houve envolvimento com a busca de informações sobre o assunto, uma melhoria na expressão escrita, a incorporação de termos relacionados ao conteúdo de Ecologia no vocabulário dos estudantes e, ainda, certa compreensão das relações de causa e consequência envolvidas no problema, integrando o conteúdo dessa ciência a aspectos socioeconômicos de um modelo de produção agrícola. Foi

possível identificar elementos que sugerem aproximação a uma visão socioambiental a respeito do problema estudado, no entanto, esses elementos convivem com outros que trazem indícios das perspectivas natural e racional.

Nossos esforços foram na direção de investigar o potencial de um estudo de caso sobre uma questão socioambiental no ensino de Ecologia para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre esse tipo de questão e para a formação de sujeitos ecológicos. Sem desconsiderar as limitações dessa abordagem, foi possível observar ampliação da visão dos estudantes sobre o desaparecimento das abelhas e algumas propostas que apontam na direção da prática social esperada de sujeitos críticos (TOZONI-REIS, 2007): uma prática social transformadora. Tendo como foco a visão socioambiental da relação humano-natureza, após as atividades desenvolvidas durante a intervenção educativa e a análise dos materiais produzidos pelos estudantes, esperamos ter contribuído para o desenvolvimento de uma postura mais consciente sobre as complexas relações de causa e efeito envolvidas no problema em questão e para que, a partir daí, pudessem visualizar possibilidades de transformação social. Esperamos também que esta dissertação seja nossa contribuição para a pesquisa no ensino de ciências e para um ensino de ciências contextualizado e que provoque reflexões críticas sobre a realidade de cada comunidade escolar, em especial, as realidades socioambientais do Brasil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.B.E.L.H.A. Abelha - Episódio 7. **YouTube**, 19 jan. 2017. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=N_OB6iKHDKc>. Acesso em 24 set. 2017a.

A.B.E.L.H.A. Abelha - Episódio 8. **YouTube**, 7 jun. 2016. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=w9HbgKnPBeU&t=5s>>. Acesso em 24 set. 2017b.

BETTENCOURT, K. B. de, Science, Technology, Society, and the Environment Scientific Literacy for the Future. In: **Science, Technology, and Society**. Springer, Dordrecht, 2000. p. 141-165.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL, **Constituição Federal** de 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 31 de janeiro de 2018.

BRASIL, L. D. B. Lei 9394/96 – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm> Acesso em: 04 dez. 2016.

BRASIL. Lei no 12.608/2012 **Altera a Lei no 9.394/1996 – LDB**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC. Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm> Acesso em: 26 jul. 2016.

BRASIL. Resolução no 2, de 15 de junho de 2012. **Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. 2012.

CARVALHO, I. C. de M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: BRASIL. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 13-24, 2004.

CARVALHO, I. C. de M. Os sentidos de “ambiental”: a contribuição da hermenêutica à pedagogia da complexidade. In: LEFF, E. (coord.) **A complexidade Ambiental**. São Paulo: Cortez, p. 99-120, 2003.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CARVALHO, I. C. de M.; GRÜN, M.; AVANZI, M. R. Paisagens da compreensão: contribuições da hermenêutica e da fenomenologia para uma epistemologia da educação ambiental. **Cad. Cedes**, v. 29, n. 77, p. 99-115, 2009.

CONRADO, D. M. et al. Declínio de polinizadores como questão sociocientífica no ensino de biologia. In: CONRADO, D. M. NUNES-NETO, N. (Org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, p. 145-172, 2018.

D'ÂNGELO, H. Abelhas entram para a lista de espécies em extinção. Exame, 2016a. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/abelhas-entram-para-a-lista-de-especies-em-extincao/>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

D'ÂNGELO, H. Pela primeira vez, abelhas entram para a lista de espécies em extinção. Super interessante, 2016b. Disponível em <<http://super.abril.com.br/ciencia/pela-primeira-vez-abelhas-entram-para-a-lista-de-especies-em-extincao/>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

DINIZ F. Pesquisadores avaliam mortalidade de abelhas no Brasil. Estudos socioeconômicos e ambientais Produção animal, Embrapa, set. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16665113/pesquisadores-avaliam-mortalidade-de-abelhas-no-brasil>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

DISTRITO FEDERAL. Currículo em Movimento da Educação Básica. **Brasília: Secretaria de Estado de Educação**, 2013.

FARIAS, C. R. de O.; BAROLLI, E. Casos controversos sob o enfoque de um paradigma indiciário: o ensino de ciências no horizonte formativo da cidadania ambiental. **Perspectiva**, v. 31, n. 3, p. 1131-1156, 2013.

FARIAS, C. R. de O.; FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1, 2007.

FIRST BEE MAY GET US FEDERAL PROTECTION AS ALL SPECIES CONTINUE TO DECLINE. IFL Science. Disponível em <<http://www.iflscience.com/plants-and-animals/first-bee-may-get-us-federal-protection-as-all-species-continue-to-decline/page-2/>>. Acesso em: 6 abr. 2017.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo** (vol. 6). Brasília, DF: Liber Livro. [Links], 2007.

GRÜN, M. **Ética e educação ambiental: a conexão necessária**. Papyrus Editora, 1996.

HAACK, S. Seis Sinais de Cientificismo. **Publicações da Liga Humanista Secular do Brasil**, 2012. Disponível em <<http://lihs.org.br/cientificismo>>.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of college science teaching**, v. 27, n. 3, p. 163, 1997.

HERREID, C. F. Using Case Studies to Teach Science. Education: Classroom Methodology. **American Institute of Biological Sciences**, 2005.

HERREID, C. F. The death of problem-based learning? **Start with a Story: The Case Study Method of Teaching College Science**, p. 153-156, 2007.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

LACERDA, J. T. de; BOTELHO, L. J.; COLUSSI, C. F. Planejamento na atenção básica. 2012.

LAGO, A.; PÁDUA, J. A. O pensamento ecológico: da ecologia natural ao ecologismo. In: LAGO, A.; PÁDUA, J. A. O que é Ecologia. 10. ed. São Paulo: Brasiliense, 1991. p. 13-43.

LEFF, E. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, E. (coord.) **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, p. 15-64, 2003.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. de F. Perspectivas atuais ciência-tecnologia-sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**, p. 135-160, 2011.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28 ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 115-138, 2015.

MOTOKANE, M. T.; TRIVELATO, S. L. F. Reflexões sobre o ensino de ecologia no ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Anais ...**: ABRAPEC, 1999. p. 1-11.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação, Porto Alegre**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes.html> Acesso em 15 set. 2016.

NASCIMENTO, P. M. O sumiço das abelhas (#Pirula 148). **YouTube**, 26 abr. 2016. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=LqiZ4mvSiJw&t=2s>>. Acesso em 26 ago. 2017.

PIRES, C. S. S. *et al.* Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

SANTOS, M. E. V. M. **Que educação? Para que cidadania? Em que escola?** Lisboa: Santos-Edu, v. 2, 2005.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12 n. 36, p. 474-492 set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SAUVÉ, L. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I. **Educação ambiental: pesquisa e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18, n. 52, 2013.

TOZONI-REIS, M. F. de C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: LOUREIRO, C. F. B. (org.) et al. **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. Rio de Janeiro: Quartet, p. 177-221, 2007.

TOZONI-REIS, M. F. de C. Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 83-96, 2002.

UNITED STATES OF AMERICA. U.S. Fish and Wildlife Service. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Endangered Status for 49 Species From the Hawaiian Islands. 81 FR 67786, de 30 de setembro de 2016.

VAN ROOYEN, H. G. The quest for optimum clarity of presentation: Context creation as teaching skill. **The American Biology Teacher**, p. 146-150, 1994.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMOS DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TLCE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- VIA DO(A) DIRETOR(A) -

Senhor(a) Diretor(a),

Esta é uma autorização para a utilização das produções textuais dos(as) estudantes como fonte de dados para o mestrado da pesquisadora Carolina Pontes Silva, sob orientação da Profa. Dra. Maria Rita Avanzi, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Esse material refere-se à proposta de redação aplicada no dia 4 de novembro de 2016 durante a aula de Língua Portuguesa da Professora Roseli Gonzalez do Centro Educacional 02 do Cruzeiro.

Objetivo da pesquisa: identificar se alunos de Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal (DF) que já estudaram conteúdos de Ecologia neste nível de ensino apresentam pensamento crítico acerca de problemas ambientais da atualidade.

Participação: produção de texto durante a aula de Língua Portuguesa. **Risco:** não haverá riscos para integridade física, mental ou moral.

Benefícios: as informações obtidas nesta pesquisa serão utilizadas exclusivamente na produção de conhecimentos na área de Ensino de Ciências e Biologia.

Privacidade: parte do material produzido poderá ser transcrita e utilizada na dissertação de mestrado em questão, porém, a privacidade dos(as) estudantes será respeitada, ou seja, seus nomes ou quaisquer outros dados que possam identificá-los(as) de qualquer forma serão mantidos em sigilo.

Após ser esclarecido(a) sobre as informações, no caso de aceitar a utilização do material produzido pelos(as) estudantes, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e outra é da pesquisadora responsável.

Eu, _____, diretor(a) do CED 02 do Cruzeiro, declaro ter sido esclarecido(a) sobre os pontos acima descritos e assino livremente esse termo de consentimento.

Brasília, _____ de _____ de 2016
Assinatura do(a) diretor(a) _____

Assinatura da pesquisadora _____

Carolina Pontes Silva

E-mail: carolpontess52@hotmail.com Telefone: (61) 99645-3052

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- VIA DA PESQUISADORA -

Senhor(a) Diretor(a),

Esta é uma autorização para a utilização das produções textuais dos(as) estudantes como fonte de dados para o mestrado da pesquisadora Carolina Pontes Silva, sob orientação da Profa. Dra. Maria Rita Avanzi, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Esse material refere-se à proposta de redação aplicada no dia 4 de novembro de 2016 durante a aula de Língua Portuguesa da Professora Roseli Gonzalez do Centro Educacional 02 do Cruzeiro.

Objetivo da pesquisa: identificar se alunos de Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal (DF) que já estudaram conteúdos de Ecologia neste nível de ensino apresentam pensamento crítico acerca de problemas ambientais da atualidade.

Participação: produção de texto durante a aula de Língua Portuguesa. **Risco:** não haverá riscos para integridade física, mental ou moral.

Benefícios: as informações obtidas nesta pesquisa serão utilizadas exclusivamente na produção de conhecimentos na área de Ensino de Ciências e Biologia.

Privacidade: parte do material produzido poderá ser transcrita e utilizada na dissertação de mestrado em questão, porém, a privacidade dos(as) estudantes será respeitada, ou seja, seus nomes ou quaisquer outros dados que possam identificá-los(as) de qualquer forma serão mantidos em sigilo.

Após ser esclarecido(a) sobre as informações, no caso de aceitar a utilização do material produzido pelos(as) estudantes, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e outra é da pesquisadora responsável.

Eu, _____, diretor(a) do CED 02 do Cruzeiro, declaro ter sido esclarecido(a) sobre os pontos acima descritos e assino livremente esse termo de consentimento.

Brasília, _____ de _____ de 2016
Assinatura do(a) diretor(a) _____

Assinatura da pesquisadora _____

Carolina Pontes Silva

E-mail: carolpontess52@hotmail.com Telefone: (61) 99645-3052

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - VIA DO
RESPONSÁVEL -

Prezado(a) responsável,

Esta é uma autorização para a utilização das gravações de áudio e do material produzido por seu(sua) filho(a) como fonte de dados para o mestrado da pesquisadora Carolina Pontes Silva, sob orientação da Profa. Dra. Maria Rita Avanzi, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Esse material refere-se às atividades que serão realizadas nos meses de agosto e setembro durante as aulas de Biologia do Centro Educacional 02 do Cruzeiro.

Objetivo da pesquisa: investigar o potencial de um estudo de caso, em uma abordagem contextualizada do ensino de Ecologia, para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre questões socioambientais por estudantes de Ensino Médio.

Participação: produção de relatos orais, materiais escritos e gráficos durante as aulas de Biologia.

Risco: não haverá riscos para integridade física, mental ou moral.

Benefícios: as informações obtidas nesta pesquisa serão utilizadas exclusivamente na produção de conhecimentos na área de Ensino de Ciências e Biologia.

Privacidade: parte do material produzido poderá ser transcrita e utilizada na dissertação de mestrado em questão, porém, a privacidade de seu(sua) filho(a) será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) de qualquer forma será mantido em sigilo.

Após ser esclarecido sobre as informações, no caso de aceitar a utilização do material produzido por seu(sua) filho(a), assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e outra é da pesquisadora responsável.

Eu, _____,
responsável _____ pelo(a) _____ aluno(a)
_____, declaro ter
sido esclarecido(a) sobre os pontos acima descritos e assino livremente esse termo
de consentimento.

Brasília, _____ de _____ de _____ 2017.
Assinatura _____ do(a) _____ responsável

Assinatura da pesquisadora

Carolina Pontes Silva

E-mail: carolpontess57@gmail.com Telefone: (61) 99645-3052

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - VIA DA
PESQUISADORA -

Prezado(a) responsável,

Esta é uma autorização para a utilização das gravações de áudio e do material produzido por seu(sua) filho(a) como fonte de dados para o mestrado da pesquisadora Carolina Pontes Silva, sob orientação da Profa. Dra. Maria Rita Avanzi, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Esse material refere-se às atividades que serão realizadas nos meses de agosto e setembro durante as aulas de Biologia do Centro Educacional 02 do Cruzeiro.

Objetivo da pesquisa: investigar o potencial de um estudo de caso, em uma abordagem contextualizada do ensino de Ecologia, para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre questões socioambientais por estudantes de Ensino Médio.

Participação: produção de relatos orais, materiais escritos e gráficos durante as aulas de Biologia.

Risco: não haverá riscos para integridade física, mental ou moral.

Benefícios: as informações obtidas nesta pesquisa serão utilizadas exclusivamente na produção de conhecimentos na área de Ensino de Ciências e Biologia.

Privacidade: parte do material produzido poderá ser transcrita e utilizada na dissertação de mestrado em questão, porém, a privacidade de seu(sua) filho(a) será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) de qualquer forma será mantido em sigilo.

Após ser esclarecido sobre as informações, no caso de aceitar a utilização do material produzido por seu(sua) filho(a), assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e outra é da pesquisadora responsável.

Eu, _____,
responsável _____ pelo(a) _____ aluno(a)
_____, declaro ter
sido esclarecido(a) sobre os pontos acima descritos e assino livremente esse termo
de consentimento.

Brasília, _____ de _____ de 2017.

Assinatura do(a) responsável

Assinatura da pesquisadora

Carolina Pontes Silva

E-mail: carolpontess57@gmail.com Telefone: (61) 99645-3052

APÊNDICE B – PROPOSTA DE REDAÇÃO

Redija um texto dissertativo argumentativo, com base em seus conhecimentos de Ecologia, abordando, necessariamente,

- a. Como o uso de agrotóxicos pode afetar o meio ambiente, a saúde das pessoas que trabalham diretamente com esses tipos de produtos químicos e a saúde de quem consome alimentos que foram cultivados com a presença desses produtos?
- b. O uso de agrotóxicos é importante para a produção agrícola no Brasil? Por quê?
- c. Caso julgue necessário, apresente alternativas para a redução ou eliminação do uso de agrotóxicos no Brasil.

APÊNDICE C - ESTUDO DE CASO

Estudo de caso - Morte de abelhas

Ana Beatriz (Bia) Melaço e Abílio Melaço são irmãos e têm uma pequena produção de mel em Planaltina-DF, da qual sua família tira seu sustento. Nos últimos anos, após a fazenda vizinha ter sido comprada por um agricultor, sua produção vem caindo. Preocupados com essa situação, Bia e Abílio enviaram um email para sua prima Melissa, que é zootecnista, para pedir ajuda:

Olá, prima Melissa!

Como vão você e o tio Eudócio? Por aqui, está tudo bem conosco, mas estamos com problemas no apiário. Nossa produção de mel está diminuindo a cada ano e perdemos algumas colmeias. Não sabemos ao certo o que pode ter sido. Mas suspeitamos que tenha alguma coisa a ver com o novo vizinho, que tem uma grande plantação de soja, no lugar do pomar diversas espécies de plantas frutíferas da antiga fazendeira. Conversamos com outros apicultores e eles estão passando por uma situação parecida com a nossa: queda na produção de mel e abelhas morrendo misteriosamente. Sabemos que você está trabalhando em projetos com abelhas por aí e decidimos escrever para perguntar se você tem alguma ideia do que pode estar causando esses problemas e de como podemos resolvê-los. Contamos com a sua ajuda.

Abraços,
Bia e Abílio.

Vocês devem se juntar à equipe da zootecnista Melissa e desvendar o mistério da morte das colmeias e redução da produção de mel em Planaltina e propor soluções para esses problemas.

APÊNDICE D – PROPOSIÇÃO DE AÇÃO PROFISSIONAL DOCENTE



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Faculdade UnB Planaltina
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Mestrado
Profissional em Ensino de Ciências

O SUMIÇO DAS ABELHAS:

Um estudo de caso sobre uma questão socioambiental para a formação
de pensamento crítico

Autora: Carolina Pontes Silva

Coautora: Profa. Dra. Maria Rita Avanzi (orientadora)

Brasília, DF 2018

O desaparecimento das abelhas

Uma proposta a formação de pensamento crítico a partir de uma questão socioambiental



Imagem retirada do site: <http://www.semabelhasemalimento.com.br>

Carolina Pontes Silva
Maria Rita Avanzi

2018

APRESENTAÇÃO

Cara professora e caro professor,

Esta proposição de ação profissional docente (PAPD) é derivada da dissertação de mestrado intitulada “Ensino de ecologia em uma perspectiva crítica: o desaparecimento de abelhas como estudo de caso socioambiental no Ensino Médio” e foi elaborada em conjunto com minha orientadora, Profa. Dra. Maria Rita Avanzi. Nosso objetivo foi investigar o potencial de um estudo de caso, em uma abordagem contextualizada do ensino de Ecologia, para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre questões socioambientais por estudantes de Ensino Médio.

Todo o trabalho foi desenvolvido em uma escola pública de Ensino Médio, no Cruzeiro, Distrito Federal. Como não faço parte do corpo docente dessa escola, contei com a colaboração de duas professoras que faziam: a professora de redação e a de Biologia. A pesquisa foi realizada em duas etapas, a primeira, com estudantes de 2º ano do Ensino Médio, orientou a segunda, com estudantes de 1º ano, também do Ensino Médio. Com a ajuda da professora de redação, partimos de uma sondagem que visava identificar a presença de pensamento crítico em estudantes do 2º ano sobre o uso de agrotóxicos no Brasil, que é apontado como uma das possíveis causas para o desaparecimento das abelhas, tema da segunda etapa da pesquisa. Nesta etapa, fizemos uma intervenção educativa, durante as aulas de Biologia, tendo como foco um estudo de caso sobre o desaparecimento das abelhas, buscando tratá-lo como questão socioambiental e consequentemente complexa, para a formação de pensamento crítico. Desenvolvemos atividades como elaboração de árvores de problemas, leitura de reportagens, exibição de vídeos informativos, saída a campo, soluções para o caso apresentado e elaboração de cartazes para divulgação.

Apesar dos desafios encontrados, acreditamos que seja possível superá-los e oferecer um ensino de Ecologia mais contextualizado e que possa contribuir com a formação de pensamento crítico, o que nos levou a elaborar esta proposta, que conta com um estudo de caso sobre uma questão socioambiental que tem causado preocupação atualmente: o desaparecimento das abelhas.

Estudos de caso são ferramentas que podem nos auxiliar na formação de pensamento sobre questões socioambientais, na mudança da visão que os

estudantes costumam ter sobre a relação ser humano-natureza, convidando a uma visão mais complexa, que pensa sobre as diferentes esferas envolvidas nessa relação.

O estudo de caso apenas como a análise de uma história não é suficiente para provocar essa ampliação de visão e de pensamento. Com isso em mente, propomos aqui oito atividades em uma sequência didática que tem como tema o desaparecimento das abelhas e como metodologia o estudo de caso. Essa proposta é composta de atividades diversificadas, nas quais os estudantes possam exercer seu protagonismo no processo de ensino-aprendizagem. O objetivo desta PAPD, além de divulgar nossa pesquisa, é oferecer a colegas professoras e professores sugestões para um ensino de Ecologia contextualizado e para uma educação ambiental crítica. Antes de apresentar as atividades, explicamos brevemente sobre o desaparecimento das abelhas e esclarecemos alguns conceitos relacionados ao trabalho.

O SUMIÇO DAS ABELHAS

Há algum tempo, apicultores da Europa e dos Estados Unidos vêm percebendo a morte de abelhas das colmeias que cultivam, pertencentes ao gênero *Apis* sp. Mais recentemente, em 2016, o órgão ambiental dos EUA (US Fish and Wildlife Service - FWS) solicitou a inclusão de sete espécies de abelhas nativas da América do Norte na lista de espécies em extinção. No Brasil, também há relatos de enfraquecimento das colmeias de *Apis* sp. e também de espécies nativas, a maioria do gênero *Melipona* sp.

Muitas das perdas de colmeias na Europa e nos EUA estão relacionadas à síndrome do Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC). Essa síndrome tem características sintomáticas definidas, mas até o momento cientistas e a imprensa não apontam uma causa. Os sintomas da síndrome são: morte de abelhas operárias, resultando em um a maior número de crias em relação ao número de abelhas adultas; ausência de crias e abelhas adultas mortas dentro ou fora das colmeias e ausência de pragas dentro das colmeias. Estudos científicos sugerem que a síndrome pode estar sendo causada por uma combinação de fatores: problemas nutricionais, manejo inadequado das colmeias, uso de agrotóxicos nas plantações, patógenos, parasitas e predadores e mudanças climáticas. No Brasil, apesar de os apicultores relatarem a morte de abelhas, apenas dois casos apresentam as características dessa síndrome (PIRES *et al.*, 2016).

Nossa proposta é trabalhar esse tema de forma ampla e complexa: buscando identificar os setores da sociedade que estão envolvidos, como apicultores, grandes empresários do agronegócio, pequenos produtores rurais, agentes políticos, a indústria química, consumidores de produtos agrícolas, como os produzidos pela apicultura, entre outros setores. Além dessa identificação, é importante tentar compreender os interesses e as responsabilidades que cada setor tem em relação ao desaparecimento das abelhas e propor debates e ações políticas para intervir na questão, agindo como cidadãos críticos, atuantes no cenário político e na tomada de decisões perante a sociedade e propondo soluções que reflitam uma prática social transformadora. Propomos tratar o desaparecimento das abelhas como uma questão **socioambiental**, buscando a formação de **pensamento crítico**, tudo isso inserido no campo da **educação ambiental** crítica e no ensino de Ecologia com enfoque

CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). A seguir, explicaremos os conceitos relacionados a esta proposta.

Aprofundando: artigo científico: “Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?”

<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/22708/13305>

Divulgando:  Pela primeira vez, abelhas entram para a lista de espécies em extinção

https://super.abril.com.br/ciencia/pela-primeira-vez-abelhas-entram-para-a-lista-de-especies-em-extincao/?utm_source=redesabril_jovem&utm_medium=facebook&utm_campaign=redesabril_super

CONCEITOS RELACIONADOS

Educação ambiental crítica

A educação ambiental (EA) pode ter diferentes objetivos, formas de entender a relação entre o ser humano e a natureza e de agir. Em nossa proposta, escolhemos a EA crítica para nos guiar. A EA crítica entende que os seres humanos e a natureza se relacionam de maneira complexa, não sendo possível isolar um do outro, de modo que o que acontece com um afeta o outro e vice-versa. O objetivo da EA crítica é formar sujeitos críticos, que compreendam a complexa relação entre seres humanos e natureza, orientados pelo modelo do sujeito ecológico: um sujeito que se preocupe com as questões socioambientais e tenha atitudes coerentes com essa preocupação.

Para saber mais:

- ✍ Isabel Carvalho - Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. Livro: **Identities da educação ambiental brasileira**. 2004. Link: http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/livro_ieab.pdf
- ✍ Isabel Carvalho – Livro: A formação do sujeito ecológico. 2008. Link: https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=o_VADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT20&dq=a+formação+do+sujeito+ecológico&ots=5Hu75aSdFH&sig=JNi5rhpSwO121HelLkJz1Ds

Questões socioambientais

Quando usamos o termo “questões socioambientais” estamos falando de uma forma de compreender as questões que envolvem a sociedade e o ambiente de maneira mais complexa. Ou seja, estamos querendo dizer que a sociedade é parte do ambiente, e um não pode ser tratado separadamente do outro, pois um interfere no outro e vice-versa. A abordagem socioambiental é integradora e busca identificar os atores sociais envolvidos nas questões que estão sendo discutidas, sua influência nessas questões e como o socioambiente está sendo afetado.

Para saber mais:

- ✍ Isabel Carvalho – Livro: A formação do sujeito ecológico. Capítulo I – Repensando nosso olhar sobre as relações entre sociedade e natureza: trocando as lentes. 2008. Link: https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=o_VADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT20&dq=a+formação+do+sujeito+ecológico&ots=5Hu75aSdFH&sig=JNi5rhpSwO121HelLkJz1DsgRmU
- ✍ Enrique Leff. Pensar a complexidade ambiental. Livro: **A complexidade ambiental**. 2003.
- ✍ Dália M. Conrado, Nei F. Nunes-Neto e Charbel N. El-Hani. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. 2015. Link: https://www.researchgate.net/profile/Nei_Nunes-Neto/publication/275722530_ARGUMENTACAO_SOBRE_PROBLEMAS_SOCIOAMBIENTAIS_NO_ENSINO_DE_BIOLOGIA/links/558fd90e08aed6ec4bf5f20a.pdf

Pensamento crítico

Pensamento crítico é um termo que pode ser usado por diferentes vertentes de ensino, com significados diferentes. Nesta proposta, o pensamento crítico está relacionado à pedagogia crítica, referindo-se à forma de pensar e compreender o mundo observando as relações de exploração de humanos por outros humanos e da natureza pelo ser humano, buscando superá-las. Pensar criticamente, é compreender o mundo, e conseqüentemente o ambiente, em toda a sua complexidade, pensando o que ainda não foi pensado, mas com base no que já conhecemos.

Para saber mais:

- ✍ Marília Tozoni-Reis. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. Livro: **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. 2007.
- ✍ Enrique Leff. Pensar a complexidade ambiental. Livro: **A complexidade ambiental**. 2003.

Educação com enfoque CTSA

O ensino de ciências com enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) busca ensinar ciências de forma mais contextualizada, ou seja, evidenciando as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente à nossa volta, presentes em nosso contexto local e mundial. Esse enfoque tem como objetivo a formação de cidadãos críticos e preparados para os processos de tomada de decisão na sociedade, principalmente os que envolvem CTSA.

Para saber mais:

- ✍ Wildson dos Santos e Eduardo Mortimer. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. 2000. Link: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110
- ✍ Carmen Farias, e Denise Freitas. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. 2007. Link: https://scholar.google.com/scholar_url?url=http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/159/124&hl=en&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&ei=3aLwWpvjMovcmgHFgpyQCA&scisig=AAGBfm0FVIO9IISL9wYOyRcA4MQXHLAtJg
- ✍ Amparo Vilches, Daniel Gil Pérez, João Praia. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. Livro: **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. 2011.

Estudo de caso no ensino

O estudo de caso é um método de ensino que consiste em uma história com uma mensagem educacional, o caso, que ao final pede uma investigação, um estudo, para que se encontre uma solução ou uma explicação para a situação apresentada. Esse método começou a ser usado nas faculdades de medicina e de negócios e, com o tempo, foi sendo adotado por outras áreas de ensino. Herreid (1997), um dos maiores nomes do ensino com estudo de caso, descreveu as 11 características de um bom estudo de caso, são elas:

- 1) contar uma história;
- 2) focar em um problema que desperta interesse;
- 3) situar-se nos últimos cinco anos;
- 4) criar empatia com a personagem principal;
- 5) apresentar discurso direto (das falas das personagens);
- 6) ser relevante para o leitor;
- 7) ter utilidade pedagógica;
- 8) provocar conflitos;
- 9) forçar a tomada de decisão;
- 10) ter uma aplicabilidade geral, abrangente
- 11) ser curto.

Para saber mais:

- ✍ Clyde F. Herreid. What makes a good case? 1997. Link: <http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/pdfs/What%20Makes%20a%20Good%20Case-XXVII-3.pdf>
- ✍ Clyde F. Herreid. Using Case Studies to Teach Science. 2005. Link: Clyde F. Herreid. Using Case Studies to Teach Science. 2005.
- ✍ Omair B. da Silva, Jane R. S. de Oliveira e Salete L. Queiroz. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. Livro: CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. 2011.

ATIVIDADES SUGERIDAS

ATIVIDADE 1 – INTRODUÇÃO

Objetivos:

- Expressar os conhecimentos prévios ao refletir sobre o desaparecimento das abelhas;
- Pesquisar sobre o desaparecimento das abelhas;
- Analisar e compreender as informações coletadas na pesquisa, relacionando-as a conceitos de ecologia.

Procedimentos:

- Iniciar a aula com um vídeo de provocação, que apresente o desaparecimento das abelhas como uma questão polêmica. Sugerimos o vídeo “O sumiço das abelhas”, do canal do Pirula, editado para que tenha duração de apenas cinco minutos e apenas explique o tema de forma geral, sem dar detalhes de possíveis causas e consequências.
- Link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=LqiZ4mvSiJw>
- Questionar os estudantes sobre o tema. Algumas possíveis questões: já ouviram algo sobre desaparecimento das abelhas? Se sim, o que é por que elas estariam desaparecendo? Concordam que as abelhas estejam desaparecendo?
- Após a conversa, levar os estudantes para o laboratório de informática da escola, para que pesquisem informações sobre o desaparecimento das abelhas, focando em suas possíveis causas e consequências. Se a escola não tiver um laboratório de informática em condições próprias para essa atividade, sugerimos três opções: (a) a pesquisa pode ser feita em sala com os celulares dos próprios estudantes (caso um número razoável de estudantes disponha de celulares com acesso à internet); (b) a pesquisa pode ser um dever para casa ou (c) a professora ou o professor pode entregar alguns textos informativos sobre o desaparecimento das abelhas para que os estudantes leiam.
- Sugestão: os estudantes provavelmente encontrarão informações sobre o Distúrbio do colapso das colônias (DCC), sendo assim, pode ser interessante explicar a diferença entre os conceitos de colônia e sociedade, no âmbito da Ecologia.

ATIVIDADE 2 – ÁRVORES DE PROBLEMAS

Objetivos:

- Identificar possíveis causas e consequências do desaparecimento das abelhas;
- Identificar atores sociais interessados e envolvidos na questão.

Procedimentos:

- Iniciar a aula lembrando o desaparecimento das abelhas, pedindo para os estudantes listarem pelo menos uma causa e uma consequência relacionadas a esse problema.
- Explicar a atividade da árvore de problemas, que consiste em fazer um desenho simples de uma árvore, escrevendo o tema no tronco, as causas nas raízes e as consequências na copa.
- Fazer um exemplo de árvore de problemas no quadro com um assunto divertido que faça parte da cultura geral dos estudantes (cultura pop, esportes, etc.) contando com a participação ativa da turma (os estudantes podem ir até o quadro ou dar sugestões para que a professora ou o professor escreva). É importante que fique claro para todos a diferença entre “causa” e “consequência”, bem como a compreensão de que elas se relacionam de modo complexo e não linear.
- Em grupos (sugerimos no máximo quatro estudantes), elaborar uma árvore de problemas com as causas e consequências do desaparecimento das abelhas, em uma folha grande (sugerimos A3 ou cartolina). É importante que a professora ou o professor estimule os estudantes a identificar causas e consequências tanto naturais como socioeconômicas. O ideal é que os grupos possam ir complementando suas árvores ao longo das atividades seguintes.

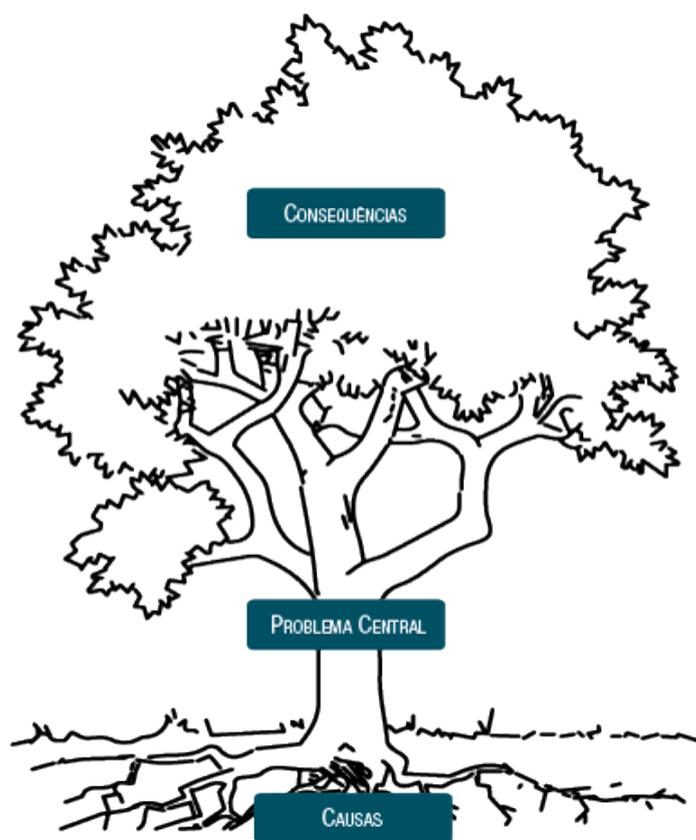


Figura 3: Esquema de uma árvore de problemas. Fonte: LACERDA; BOTELHO; COLUSSI (2012, p. 49).

ATIVIDADE 3 – APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Objetivos:

- Ampliar a compreensão sobre os aspectos que podem estar envolvidos no desaparecimento das abelhas;
- Identificar possíveis causas e consequências do desaparecimento das abelhas;
- Exercitar a capacidade de tomada de decisões;
- Pensar soluções possíveis para uma situação hipotética.

Procedimentos:

- Iniciar a aula com o vídeo “O sumiço das abelhas” completo.
- Conversar com os estudantes, preferencialmente em roda, sobre as novas informações apresentadas no vídeo.
- Ler o caso com os estudantes, entregando pelo menos uma cópia por grupo, e explicar que devem chegar a uma conclusão para o caso, atendendo ao que se pede nele, até o final deste ciclo de atividades. Sugerimos que a conclusão seja entregue no formato de um pequeno texto, um por grupo. No próximo quadro, trouxemos um exemplo de estudo de caso que usamos na intervenção educativa que fizemos durante nossa pesquisa. Você pode criar seu próprio caso, com elementos que os estudantes possam se identificar mais e achar o caso mais interessante. Algumas orientações para a elaboração de estudos de caso estão na página 11 desta proposição.

ESTUDO DE CASO - MORTE DE ABELHAS

Ana Beatriz (Bia) Melaço e Abílio Melaço são irmãos e têm uma pequena produção de mel em Planaltina-DF, da qual sua família tira seu sustento. Nos últimos anos, após a fazenda vizinha ter sido comprada por um agricultor, sua produção vem caindo. Preocupados com essa situação, Bia e Abílio enviaram um e-mail para sua prima Melissa, que é zootecnista, para pedir ajuda:

Olá, prima Melissa!

Como vão você e o tio Eudócio? Por aqui, está tudo bem conosco, mas estamos com problemas no apiário. Nossa produção de mel está diminuindo a cada ano e perdemos algumas colmeias. Não sabemos ao certo o que pode ter sido. Mas suspeitamos que tenha alguma coisa a ver com o novo vizinho, que tem uma grande plantação de soja, no lugar do pomar diversas espécies de plantas frutíferas da antiga fazendeira. Conversamos com outros apicultores e eles estão passando por uma situação parecida com a nossa: queda na produção de mel e abelhas morrendo misteriosamente. Encontramos abelhas operárias mortas dentro e fora das colmeias, mais crias do que abelhas adultas dentro das colmeias e não encontramos pragas. Sabemos que você está trabalhando em projetos com abelhas por aí e decidimos escrever para perguntar se você tem alguma ideia do que pode estar causando esses problemas e de como podemos resolvê-los. Contamos com a sua ajuda.

Abraços,
Bia e Abílio.

Vocês devem se juntar à equipe da zootecnista Melissa e desvendar o mistério da morte das colmeias e redução da produção de mel em Planaltina e propor soluções para esses problemas.

ATIVIDADE 4 – SAÍDA A CAMPO

Objetivos:

- Conhecer espécies de abelhas nativas do Brasil;
- Observar formas alternativas de produção agrícola (ver próximo quadro produção orgânica, produção agroecológica e sistema agroflorestal);
- Coletar informações e construir conhecimentos que possam auxiliar na elaboração de uma conclusão do estudo de caso.

Procedimentos:

- Levar os estudantes a um local onde possam conhecer espécies de abelhas nativas do Brasil e formas alternativas de produção agrícola, como produção orgânica, produção agroecológica e sistema de agroflorestas. Sugerimos visitar o Sítio Geranium, que oferece trilha ecopedagógica guiada pela propriedade, mostrando tecnologias sustentáveis, espécies de abelhas nativas e sua produção agroecológica, porém é cobrada uma taxa por estudante. Para saber mais sobre o sítio: <http://www.sitiogeranium.com.br>
- Uma alternativa, em caso de impossibilidade de pagar a taxa e os custos de transporte e alimentação, é convidar uma pessoa que tenha conhecimento sobre esses assuntos para ir até a escola conversar com os estudantes.
- Outra sugestão, é o desenvolvimento de projetos sobre abelhas nativas em parceria com a Ame-DF (Associação de Meliponicultores do Distrito Federal). Link: <http://ame-df.com>

FORMAS ALTERNATIVAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Produção orgânica:

- A produção de alimentos orgânicos é livre de agrotóxicos, ou seja, utiliza técnicas naturais e não tóxicas para combater pragas e fertilizar os solos. Essa forma de produção evita que os produtos agrícolas, os ecossistemas, os trabalhadores e moradores de zonas rurais e os consumidores sejam contaminados com venenos.
- Para saber mais visite o site da Associação de Agricultura Orgânica: <http://aao.org.br/aao/agricultura-organica.php>

Produção agroecológica:

- A agroecologia produz alimentos buscando manter o equilíbrio dos ecossistemas e valorizando comunidades de pequenos agricultores. Nessa forma de produção agrícola, não há monoculturas, procura-se garantir a biodiversidade e isso ajuda a evitar pragas agrícolas. Todo ano, acontece o Encontro Nacional de Agroecologia, para saber mais, assista ao vídeo da Articulação Nacional de Agroecologia: https://youtu.be/Ynd_KlzbdtI
- Para saber o que difere agricultura familiar, orgânica e agroecológica, veja esta entrevista de Maria Emília Pacheco ao Canal Futura: <https://www.youtube.com/watch?v=PDt4HWklgl0&feature=youtu.be>

Sistema agroflorestal:

- Agroflorestas são basicamente florestas que produzem alimentos. Nesse sistema, as plantas são cultivadas em diferentes estratos, ou seja, as culturas são setorizadas de acordo com seu tamanho e altura. As árvores estão sempre presentes, após a fase inicial, e vão sofrendo podas, para que sua biomassa possa fornecer nutrientes para os outros estratos. São florestas cultivadas e manejadas por agricultores com objetivo de fornecer alimentos.
- Veja este vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=fdxPs0-gx2k>

ATIVIDADE 5 – CONCLUSÃO DO ESTUDO DE CASO

Objetivos:

- Conectar os conhecimentos apreendidos na saída a campo com a árvore de problemas em elaboração e com o estudo de caso;
- Desenvolver uma solução para o estudo de caso que revele uma prática social transformadora.

Procedimentos:

- Conversar com a turma sobre as atividades desenvolvidas e os conhecimentos apreendidos na saída a campo, buscando fazer com que os estudantes os relacionem com a questão do desaparecimento das abelhas.
- Reunir os grupos para que concluam o texto sobre o estudo de caso e complementem (caso julguem necessário) suas árvores de problemas.

ATIVIDADE 6 – DISCUSSÃO SOBRE AS SOLUÇÕES PROPOSTAS

Objetivos:

- Discutir com os colegas sobre as conclusões e soluções para o estudo de caso propostas pelos grupos, levantando questões a respeito do alcance, da eficácia e da efetividade das propostas;
- Participar do processo de tomada de decisão sobre as melhores formas de solucionar o problema do caso.

Procedimentos:

- Conversar com a turma sobre as conclusões do estudo de caso e propor uma discussão, na qual cada grupo possa expor suas conclusões para o caso para que toda a turma possa analisar e debater, pensando no problema em uma escala maior, que vá além da história tratada no caso. Ao final da discussão, a turma deve decidir qual das soluções propostas deve ser adotada pelos personagens do caso.

ATIVIDADE 7 – ELABORAÇÃO DE MATERIAIS INFORMATIVOS**Objetivos:**

- Produzir materiais informativos sobre o desaparecimento das abelhas para divulgação.

Procedimentos:

- Reunir os grupos para que elaborem materiais informativos sobre a questão do desaparecimento das abelhas. Sugerimos a elaboração de cartazes ou de vídeos, podendo surgir outras ideias. O ideal é que cada grupo decida o formato que achar melhor.

ATIVIDADE 8 – DIVULGAÇÃO DOS MATERIAIS INFORMATIVOS**Objetivos:**

- Divulgar e informar outras pessoas sobre o desaparecimento das abelhas.

Procedimentos:

- Reunir a comunidade escolar para a exibição e divulgação dos materiais informativos sobre o desaparecimento das abelhas produzidos na atividade anterior. Essa exibição pode acontecer em algum evento ou data prevista no calendário escolar, como a semana de educação para a vida, ou pode-se criar um evento específico para expor os cartazes e exibir os vídeos produzidos. Uma sugestão é organizar palestras com convidados, ou com os próprios estudantes e rodas de conversa para discutir sobre o assunto.

Links interessantes

- **Conteúdo:** site da ONG “Bee or not to be”, que desenvolve a campanha “Sem abelhas sem alimento”, para conscientização da importância das abelhas e preservação desses insetos
- **Link:** <http://www.semabelhasemalimento.com.br>
- **Conteúdo:** reportagem da revista superinteressante, publicada em 2016, sobre o pedido de inclusão de espécies de abelhas na lista de risco de extinção pelo órgão ambiental dos EUA.
- **Link:** https://super.abril.com.br/ciencia/pela-primeira-vez-abelhas-entram-para-a-lista-de-especies-em-extincao/?utm_source=redesabril_jovem&utm_medium=facebook&utm_campaign=redesabril_super
- **Conteúdo:** vídeo ilustra o desaparecimento das abelhas e a o Distúrbio do colapso das colônias (DCC). O vídeo é em inglês, mas tem opção de legendas em português.
- **Link:** <https://youtu.be/GqA42M4RtxE>
- **Conteúdo:** vídeo de divulgação científica sobre o desaparecimento das abelhas. O vídeo é do youtuber Pirula, que é biólogo e doutor em Zoologia.
- **Link:** <https://youtu.be/LqiZ4mvSiJw>
- **Conteúdo:** animação que apresenta algumas espécies de abelhas nativas do Brasil.
- **Link:** <https://youtu.be/w9HbgKnPBeU>

COMENTÁRIOS FINAIS

Cara professora e caro professor, esperamos que esta proposição possa inspirá-los a ensinar ecologia de uma forma mais contextualizada, evidenciando a educação ambiental e estimulando a formação de pensamento crítico dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- A.B.E.L.H.A. Abelha - Episódio 8. **YouTube**, 7 jun. 2016. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=w9HbgKnPBeU&t=5s>>. Acesso em 24 set. 2017b.
- ARTICULAÇÃO NACIONAL DE AGROECOLOGIA. Financiamento Coletivo IV ENA. **YouTube**, 10 abr. 2018. Disponível em < https://youtu.be/Ynd_KIzbdtl>. Acesso em 15 abr. 2018.
- CANAL FUTURA. Agroecologia e o fornecimento de alimentos - Maria Emilia Pacheco - Entrevista - Canal Futura. **YouTube**, 29 jul. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=PDt4HWkIqI0&feature=youtu.be>>. Acesso em: 21 mai. 2018.
- CARVALHO, I. C. de M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: BRASIL. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 13-24, 2004.
- CARVALHO, I. C. de M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**, v. 31, p. 329-357, 2015.
- FARIAS, C. R. de O.; FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1, 2007.
- HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of college science teaching**, v. 27, n. 3, p. 163, 1997.
- HERREID, C. F. Using Case Studies to Teach Science. Education: Classroom Methodology. **American Institute of Biological Sciences**, 2005.
- LEFF, E. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, E. (coord.) **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, p. 15-64, 2003.
- NASCIMENTO, P. M. O sumiço das abelhas (#Pirula 148). **YouTube**, 26 abr. 2016. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=LqiZ4mvSiJw&t=2s>>. Acesso em 26 ago. 2017.
- ORGÂNICO SIMPLES. O que é Agrofloresta? **YouTube**, 8 ago. 2017. Disponível em: <<https://youtu.be/fdxPs0-gx2k>>. Acesso em: 21 mai. 2018.
- PIRES, C. S. S. *et al.* Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA; J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.