



## Relações CTSA em discussões de licenciandos de Biologia sobre uma Questão Sociocientífica

### STSE relations in discussions of pre-service biology teachers on a Socio-Scientific Issue

**Érica Lima Santos Queiroz**

Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
ericabio26@hotmail.com

**Dália Melissa Conrado**

FAED. Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
INCT-INTREE. Universidade Federal da Bahia, Brasil  
dalia.ufba@gmail.com

**Erivanildo Lopes da Silva**

Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
erivanildolopes@gmail.com

#### Resumo:

No contexto da educação CTSA na formação de professores, geralmente, há uma série de desafios a serem superados. A educação baseada em Questões Sociocientíficas (QSC) busca alinhar-se à educação CTSA com vistas a minimizar algumas dessas dificuldades e, muitas vezes, contribuir para a formação de cidadãos críticos. Contudo, para melhor compreender as QSC é relevante reconhecer as relações CTSA da QSC. Assim, a presente investigação qualitativa procurou analisar relações CTSA estabelecidas em discussões de licenciandos em Biologia sobre uma QSC a respeito do déficit de polinização por declínio de abelhas. Para a coleta de dados, dispomos de uma entrevista coletiva, envolvendo um caso sobre a QSC e registros de áudio das discussões resultantes da entrevista. A partir de uma análise de conteúdo, organizamos os discursos dos estudantes em 3 categorias relativas à complexidade das relações estabelecidas, conforme a mobilização de conteúdos nos domínios CTSA: (i) baixa complexidade; (ii) média complexidade; (iii) alta complexidade. Os resultados indicam a necessidade de se discutir com maior frequência sobre as relações CTSA na formação inicial docente com a finalidade de formarmos professores melhor preparados em levar tais atividades para as suas futuras ações docentes, bem como, favorecer discussões sobre educação CTSA e QSC para uma efetiva prática dessas perspectivas no contexto escolar.

**Palavras-chave:** Educação CTSA; Educação QSC; Formação de professores; Déficit de Polinização; Letramento Científico Crítico.

#### Abstract:

In the context of teacher training, there are usually many challenges facing STSE education. However, Socio-Scientific Issues Education (SSI) seeks to align with STSE education with a view



to minimizing some of these difficulties and often contributing to the training of critical citizens. Thus, the present qualitative research sought to analyze the relationships STSE in discussions of undergraduates in Biology on a SSI regarding the pollination deficit by bees decline. For the data collection, we adopted an interview involving a case about the SSI and audio records of the discussions resulting from the interview. The students' discourse analysis was based on the content analysis that indicated three categories with respect to complexity, according to the mobilization of the elements of the STSE relations: (i) low complexity; (ii) medium complexity; (iii) high complexity. The results indicate the need to discuss more frequently the STSE relations in initial teacher training in order to train teachers better prepared to take these activities to their future teaching activities, as well as to favor discussions about STSE and SSI education for a practice of these perspectives in the school.

**Keywords:** STSE Education; SSI Education; Teacher training; Pollination Deficit; Critical Scientific Literacy.

## Resumen:

En el contexto de la formación de los profesores, por lo general, hay una serie de retos a superar en lo que se refiere a la educación STSE. Sin embargo, la educación basada en Cuestiones sociocientíficas (CSC) busca alinearse a la educación CTSA con miras a minimizar algunas de esas dificultades y, en algunos casos, contribuir a la formación de ciudadanos críticos. Así, la presente investigación de cuño cualitativo buscó analizar las relaciones CTSA en discusiones de licenciados en Biología sobre una CSC respecto al déficit de polinización por declinación de abejas. Para la realización de la recolección de datos, disponemos de una rueda de prensa que involucra un caso sobre la CSC y registros de audio de las discusiones resultantes de la entrevista. El análisis del discurso de los estudiantes se basó en el análisis del contenido que apuntó 3 categorías con relación a la complejidad, conforme a la movilización de los elementos de las relaciones CTSA: (i) baja complejidad; (ii) media complejidad; (iii) alta complejidad. Los resultados indican la necesidad de discutir con mayor frecuencia sobre las relaciones CTSA en la formación inicial docente con la finalidad de formar profesores mejor preparados para llevar tales actividades a sus futuras acciones docentes, así como, favorecer discusiones sobre educación CTSA y CSC para una educación efectiva práctica de estas perspectivas en el contexto escolar.

**Palabras clave:** Educación CTSA; Enseñanza basada en CSC; Formación de profesores; Déficit de Polinización; Alfabetización Científica Crítica.

## Introdução

O ensino de ciências tem se caracterizado recorrentemente com um viés tradicional, tecnicista e cientificista (Andrade, Conrado, Nunes-Neto, & Almeida, 2016), o que significa a manutenção de estratégias de ensino predominantemente transmissivas, que não estimulam uma reflexão crítica sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Essa característica do ensino influencia uma compreensão da ciência como uma atividade



livre de interesses pessoais e/ou corporativos, universal, exata, resultando em concepções equivocadas (Bencze & Alsop, 2009).

Acerca da atividade científica, Auler e Delizoicov (2001) categorizam essas concepções em 3 mitos (Superioridade do modelo de decisões tecnocratas; Perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia; e Determinismo Tecnológico) que constituem o mito da neutralidade da Ciência e Tecnologia (CT). Para os autores, refletir sobre a natureza da ciência e fazer essa discussão no processo de formação de cidadãos significa contribuir para uma melhor compreensão da atividade científica-tecnológica. Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia, & Vilches (2005) apontam esses mitos como visões deformadas, e a superação dessas como um requisito essencial para a renovação da educação científica. Por fim, Lacey (2010) destaca a importância de se reconhecer, sobretudo, os valores e ideologias que orientam a concepção e a prática científica para perceber os diferentes caminhos e formas de participação do sujeito em relação à CT. A compreensão do papel da CT no contexto socioambiental contribui para uma melhor aplicação do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, diante de situações em que CT são relevantes (Sadler, 2011).

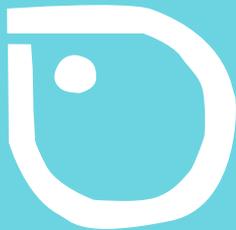
Nesse contexto, uma das investigações da literatura em educação científica que vem ganhando espaço a mais de 40 anos é a educação CTSA (Pedretti & Nazir, 2011). Explicitar as inter-relações CTSA contribui para visões mais contextualizadas e críticas sobre CT. Como assinala Santos (2012), o movimento de CTS(A)<sup>1</sup> surgiu em um contexto diferente da alfabetização científica. O contexto sociohistórico que sinaliza esse surgimento foi justamente marcado por uma forte crítica ao desenvolvimento científico e tecnológico. Além disso, o movimento de educação CTS(A), segundo Aikenhead (2003), no ensino de ciências, assumiu o propósito da educação científica para a formação cidadã, confluindo, dessa forma, nestes dois campos teóricos.

De maneira sucinta, apontamos que parte da literatura sobre a educação CTSA possui como um de seus objetivos a formação de cidadãos críticos atuantes na tomada de decisão socioambientalmente responsáveis (TDSR), sobretudo diante dos problemas socioambientais contemporâneos (Santos, 2011; Santos & Mortimer, 2001; Conrado, El-Hani & Nunes-Neto, 2013). Para alcançar tal objetivo, Martins e Paixão (2011) apontam para a necessidade do ensino de ciências se basear em problemáticas sociais técnico-científicas, abordando temas de elevado impacto socioambiental. Ainda, mais especificamente, o uso de estratégias envolvendo questões sociocientíficas (QSC) (Levinson, 2006; Hodson 2010; 2011; Bencze *et al.*, 2018), corrobora para preparar os sujeitos para uma melhor convivência em uma sociedade democrática, o que pressupõe a construção e a manutenção da democracia (Martínez-Pérez, 2012).

Partindo dessas premissas, conforme a literatura, é notável a necessidade de formarmos alunos mais críticos sobre a atividade científica-tecnológica, capacitando-os para uma ação cidadã informada e responsável, engajados nas resoluções dos diversos problemas

---

<sup>1</sup> Apesar de alguns autores utilizarem o termo CTS, nós, aqui, defendemos a explicitação da dimensão ambiental nas relações CTS, por isso, adotamos o termo CTSA (Para mais detalhes, ver, por ex., VILCHES; GIL-PÉREZ; PRAIA, 2011; PEDRETTI, 2003). Quando nos referirmos a alguma obra que adota o termo CTS, nós utilizaremos a sigla do seguinte modo: CTS(A).



socioambientais, caracterizando-se assim como uma grande tendência para a educação científica, principalmente frente às demandas da sociedade contemporânea (Santos & Mortimer, 2001; Hodson, 2011; Martínez-Pérez, 2012; Bencze *et al.*, 2018). Nesse contexto, muitos autores têm indicado o uso de QSC como estratégia didática ou mesmo como base para o currículo do ensino de ciências (e.g. Kolsto, 2001; Levinson, 2006; Santos, 2009; Simonneaux & Simonneaux, 2012; Bencze *et al.*, 2018). Neste trabalho, consideramos o uso das QSC como estratégia de ensino no contexto da educação CTSA (Conrado & Nunes-Neto, 2018a).

Para Hodson (2004; 2010; 2011; 2018), que defende uma educação científica para o letramento científico crítico (LCC), o uso de QSC facilita: i) o reconhecimento das influências culturais sobre CT e das relações de CT com os impactos socioambientais; ii) a compreensão sobre interesses particulares e sobre a influência do poder socioeconômico no desenvolvimento de CT, gerando benefícios para alguns e prejuízos para outros; iii) o posicionamento dos estudantes a partir do esclarecimento de valores envolvidos na situação-problema; iv) a tomada de decisão e a ação sobre as QSC discutidas. Assim, adotamos essa perspectiva neste trabalho.

Como QSC relevante para discutir relações CTSA na formação de professores de biologia, consideramos o tema “déficit de polinização por declínio de abelhas”, uma vez que permite contextualizar conteúdos de CT de modo interdisciplinar (por ex., conteúdos de ecologia, botânica, evolução, com aspectos históricos, morais, econômicos e políticos); discutir questões éticas e valores dos envolvidos (por ex., condutas que prejudicam seres vivos e valor da natureza e do trabalhador do campo); exercitar raciocínio argumentativo (por ex., na justificativa sobre uma tomada de decisão) (Conrado, 2017).

Uma vez que se adota o modelo teórico de Hodson (2004; 2010; 2011, ver a seguir), para o alcance do LCC, a partir do ensino baseado em QSC, o diagnóstico inicial das concepções dos estudantes é também relevante para o desenvolvimento de ações, pelo professor, para aprofundar a compreensão das relações entre CTSA sobre a temática da QSC discutida, e assim desenvolver e alcançar os níveis do LCC propostos por Hodson. No sentido de contribuir para a investigação sobre a importância de se esclarecer as relações CTSA como base para a discussão de uma QSC, em sala de aula, buscamos analisar concepções dos estudantes sobre domínios e relações CTSA em discussões sobre uma QSC a respeito do déficit de polinização por declínio de abelhas.

## Contextualização teórica

### QSC como estratégia didática da Educação CTSA

Na educação, as QSC podem ser entendidas como problemas complexos, relevantes, controversos e interdisciplinares que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e que, para sua resolução, apenas conhecimentos científicos não são suficientes, pois, geralmente, esses problemas precisam mobilizar conteúdos de outros campos, como da ética, da história, da política e da economia (Conrado, El-Hani, Viana, Schnadelbach, & Nunes-Neto, 2016; Martínez-Pérez, 2012; Hodson, 2013; Zeidler & Nilchols, 2009). A partir da adoção de um ensino baseado em QSC,



permite-se uma formação mais contextualizada e humanitária (Martínez-Pérez, 2012), capaz de mobilizar conhecimentos, habilidades, valores e atitudes dos estudantes, além de estimular um engajamento para ações sociopolíticas (Conrado, 2017; Hodson, 2011; 2018).

Pedretti e Nazir (2011) mapearam 6 correntes<sup>2</sup> de educação CTSA, após 40 anos do surgimento desse slogan na literatura em educação científica, com a finalidade de informar aos educadores sobre seus próprios entendimentos, escolhas e práticas teóricas no contexto da educação CTSA. As autoras destacam 4 delas (Corrente de Raciocínio Lógico, Corrente Centrada no Valor, Corrente Sociocultural e Corrente Socioecojustiça) que utilizam, rotineiramente, as QSC como exemplos de estratégias para alcançar os objetivos da educação CTSA.

De acordo com Pedretti (2003), a abordagem de QSC possibilitou um caminho concreto para sanar ou minimizar os desafios da educação CTSA no ensino de Ciências. Ainda, em suas investigações, Martínez-Pérez (2012, p. 60) advoga a favor do ensino de Ciências com enfoque CTSA através da abordagem de QSC, por permitir "potencializar a participação de estudantes nas aulas de ciências, favorecendo o ensino democrático em busca da constituição da cidadania dos estudantes".

Para Ratcliffe e Grace (2003, p. 13), as QSC apresentam características como: (i) Tem uma base na ciência; (ii) Envolve a formação de opiniões, fazer escolhas a nível pessoal ou social; (iii) São frequentemente relatados pela mídia; (iv) Lida com informações incompletas devido a evidências científicas conflitantes/incompletas e relatórios inevitavelmente incompletos; (v) Aborda as dimensões local, nacional e global; (vi) Envolve alguma análise custo-benefício em que o risco interage com os valores; (vii) Pode envolver a consideração do desenvolvimento sustentável; (viii) Envolve valores e raciocínio ético; (ix) Pode exigir alguma compreensão de probabilidade e risco.

Grande parte dos investigadores que trabalham com QSC (e.g. Levinson, 2006; Santos, 2009; Simonneaux & Simonneaux, 2012; Martínez-Pérez, 2012; Conrado, 2017; Hodson, 2018) reconhece a potencialidade destas para promover o letramento científico. Mais especificamente, Hodson (2004, 2010, 2011, 2018) propõe a ideia de Letramento Científico Crítico (LCC), que pode ser desenvolvido em 4 níveis, conforme explicitaremos abaixo:

Nível 1: Reconhecer as complexas interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, compreendendo que estas são construtos sociais passivos de interesses.

Nível 2: Reconhecer os interesses que influenciam atividades científicas-tecnológicas.

Nível 3: Reconhecer a importância da participação cidadã nas questões que envolvem CT, compreendendo os valores envolvidos e adotando um posicionamento.

Nível 4: Reconhecer a ação sociopolítica como meio de superar o *status quo* da ciência e da tecnologia, promovendo ações sociopolíticas em direção à maior justiça socioambiental.

2 Corrente Aplicação/Design; Corrente Histórica; Corrente de Raciocínio Lógico; Corrente Centrada no Valor; Corrente Sociocultural e Corrente Socioecojustiça. Para mais detalhes, consultar Pedretti e Nazir (2011).



O uso do qualificador "crítico" tem por finalidade indicar uma ênfase que o diferencia de outras formas de letramento científico, como por exemplo o epistêmico e o funcional<sup>3</sup>. Por LCC, no contexto da educação científica, destacamos como o seu principal objetivo a formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis, o que significa sujeitos capazes de avaliar criticamente discursos, ações e interesses do passado e do presente, além de participar ativamente de questões locais, nacionais e globais, buscando maior justiça social e sustentabilidade ambiental (Conrado, 2017).

Segundo Conrado *et al.* (2016), a proposta curricular estabelecida por Hodson (2004) tem como base a abordagem de QSC, no contexto pedagógico da educação CTS, sendo um caminho curricular claro e relevante para o alcance dos objetivos do LCC. Assim, neste trabalho, assumimos o uso de QSC no contexto da educação CTS para o alcance do LCC.

## **Déficit de polinização por declínio de abelhas como QSC relevante para o ensino de Biologia**

A polinização, processo de transporte do pólen de uma flor para outra flor, se caracteriza como um dos mais vitais processos na manutenção da biodiversidade e torna-se assim uma condição indispensável para a reprodução de diversas angiospermas. Bensusan (2008, p. 246) aponta que "[...] das 250.000 espécies de plantas com flores, estima-se que 90% sejam polinizadas por animais, especialmente insetos". Dentre os insetos polinizadores, as abelhas, são os principais polinizadores, por se alimentarem exclusivamente de pólen e néctar, dependem exclusivamente desse "passeio pelas flores", indicando, muitas vezes, processos coevolutivos entre inseto e planta (Abrol, 2015; Freitas & Silva, 2015; Potts *et al.*, 2010).

De acordo com Freitas e Silva (2015, p. 11), "as abelhas são responsáveis pela polinização de 73% do total e de 42% das 57 espécies vegetais mais plantadas no mundo". Muitas das plantas que compõem a dieta alimentar de grande parte da população dependem de polinizadores; pode-se citar, por exemplo, batata, cana-de-açúcar, soja, feijão, laranja, melancia, tomate, batata-doce, amendoim, abóbora, caju, morango, café, maçã, como alguns dos alimentos que são polinizados exclusivamente pelas abelhas e uma outra variedade de frutos que a abelha também poliniza juntamente com outros polinizadores. (Bensusan, 2008; Freitas & Silva, 2015).

Abrol (2015) aponta que o declínio das abelhas é evidenciado desde meados do final da década de 1980 e início da década de 1990, sendo a principal causa a perda ou fragmentação de habitat. Além desse motivo, o uso indiscriminado de agrotóxicos é outro fator de extrema urgência que tem corroborado para a redução no número de espécies

---

3 O Letramento científico epistêmico, por considerar o domínio do conhecimento científico como suficiente para tomada de decisão sobre assuntos que envolvem CT, podemos dizer que ele contribui para a manutenção do status quo da educação científica. O Letramento científico funcional está relacionado com a funcionalidade do conhecimento científico, ou seja, requer uma formação além do acúmulo de conhecimentos científicos. Para mais detalhes, ver em Conrado (2017, p.53-56)



de abelhas mundialmente (Lima & Rocha, 2012), associado ao tipo de cultivo que hoje já é considerado por muitos como insustentável, a monocultura.

A redução das abelhas apresenta tanto impactos ambientais quanto impactos sociais. Um exemplo é a perda na variabilidade genética das espécies, acarretando consequentemente em perda na biodiversidade, e outro exemplo é o decréscimo na produção de alimentos (Conrado, Nunes-Neto, Viana, & El-Hani, 2015; Conrado *et al.*, 2016; Conrado, Nunes-Neto, Viana, & El-Hani, 2018b). Discutir sobre estes aspectos é de extrema relevância para o ensino de ciências na perspectiva da educação CTSA, uma vez que o déficit de polinização por redução de abelhas é um problema socioambiental atual, de grande magnitude nacional e global para a sociedade e, assim, uma compreensão ampliada desse tema pode auxiliar no desenvolvimento da capacidade de TDSR. Para isso, as QSC podem ser adotadas para a abordagem desse tema.

Além disso, particularmente no ensino de Biologia, a QSC "déficit de polinização" permite uma abordagem interdisciplinar, por possibilitar mobilizar, por exemplo, conhecimentos de: (i) ecologia (e.g. interações ecológicas); (ii) evolução (e.g. conceito de seleção natural causada pelos agrotóxicos e coevolução entre insetos e flores de angiospermas); (iii) ética (e.g. conhecimentos sobre teorias morais); (iv) política (e.g. legislação ambiental e modos de fiscalização sobre uso de agrotóxicos) para a resolução do problema. (Conrado *et al.*, 2016; Conrado, 2017). Adicionalmente, habilidades de investigação científica e habilidades argumentativas para justificar uma tomada de decisão sobre a QSC podem ser desenvolvidas; valores da natureza e dos seres vivos poderão ser discutidos; atitudes para potencializar a polinização também poderão ser colocados, e, assim, o estudante poderá desenvolver uma concepção mais abrangente sobre o tema da QSC e a importância dos domínios CTSA relacionados (Conrado *et al.*, 2018b).

Dessa forma, numa perspectiva de educação CTSA, podemos considerar, no mínimo, que uma QSC sobre déficit de polinização possa estimular a mobilização pelos estudantes de conteúdos nos domínios de CT, como: conceitos sobre polinização, ecossistema, funções, bens e serviços ecossistêmicos, interação inseto-planta, bases de anatomia e fisiologia de plantas, coevolução, além de investigação sobre técnicas de plantio (como monocultura e policultura) e tecnologias envolvidas com a produção de alimentos, técnicas de mensuração de processos ecológicos, eficiência de polinização entre diferentes espécies de polinizadores e dados estatísticos sobre uso e efeitos de agrotóxicos nos seres vivos e ambiente (Conrado *et al.*, 2018b). Conforme questões norteadoras que são adotadas para a discussão da QSC, também poder-se-ia discutir conteúdos nos domínios Sociedade e Ambiente (SA), como teorias éticas, perspectivas de ontologia moral (como conceitos sobre valor intrínseco e valor instrumental de espécies e ecossistemas), modelos de saúde, legislação e ações condizentes com conservação ou preservação de serviços ecossistêmicos (como a polinização), além de refletir sobre como a condição ambiental se altera com a redução de polinizadores e a importância dos polinizadores para a manutenção da vida (Conrado, 2017).

Desse modo, consideramos que o tema é adequado para ser abordado como uma QSC em um curso de formação de professores numa perspectiva de educação CTSA.



## Metodologia

Esta pesquisa qualitativa descritiva ocorreu com um grupo de 5 estudantes em formação inicial no curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe. Desse grupo de licenciandos, dois estavam cursando o 1º período do curso, um se encontrava no 5º período, um no 7º período e um formado recentemente, sendo 4 participantes do sexo feminino e 1 do sexo masculino. Este trabalho faz parte do recorte da dissertação da primeira autora. Seguindo uma conduta ética de pesquisa, o projeto foi submetido ao comitê de ética e todos participantes assinaram um termo de consentimento livre esclarecido. Além disso, este projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Sergipe. A fim de preservar a identidade dos sujeitos, os mesmos receberam um código que é composto da seguinte maneira: E (de estudante) + um número (que identifica cada estudante).

Neste trabalho, analisamos uma das atividades desenvolvidas no curso de extensão (Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no Ensino de Ciências a partir de Questões Sociocientíficas), ministrado pela primeira autora deste trabalho, no período de janeiro a março de 2018. Este curso foi organizado como uma Sequência Didática (SD) de ensino, cujo o objetivo de ensino foi propiciar aos licenciandos um espaço para construção de uma SD na perspectiva da educação CTSA, a partir de uma QSC sobre déficit de polinização.

O curso, com carga horária total de 40 horas, teve suas atividades desenvolvidas em 8 encontros de 5 horas cada, realizados quinzenalmente. A primeira aula foi destinada à discussão dos aportes teóricos-metodológicos da educação CTSA e da educação baseada em QSC; na segunda aula, apresentou-se e discutiu-se sobre a QSC déficit de polinização; a terceira foi uma discussão teórica sobre um artigo com enfoque em SD com QSC<sup>4</sup>; a quarta tratou da construção de mapas conceituais sobre as relações CTSA presentes na QSC específica; na quinta aula discutiu-se planejamento e construção de SD através de uma aula expositiva dialogada; a sexta e a sétima aula foram destinadas à construção da SD pelos participantes e a última aula foi a apresentação da SD elaborada pelos estudantes e a avaliação do curso.

Os dados apresentados a seguir dizem respeito a uma atividade desenvolvida na segunda aula. Nessa aula, foi realizada uma discussão sobre o tema da QSC através de uma entrevista coletiva. Para a realização dessa entrevista, a professora-pesquisadora utilizou um roteiro (Quadro 1), no qual inseriu um caso (narrativa com um conflito atual de relevância nacional e mundial) sobre a QSC, acompanhado de algumas questões norteadoras, que foram selecionadas para direcionar as discussões e facilitar a mobilização de conteúdos pelos estudantes nessa atividade (Conrado, 2017).

---

4 ANDRADE, M. A. S., CONRADO, D. M., NUNES-NETO, N. F., ALMEIDA, R. O. Agrotóxicos como questão sociocientífica na educação CTSA. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 33, n.1, p. 171-191, 2016.



## QUADRO 1: Roteiro da entrevista coletiva

### QSC déficit de polinização por declínio de abelhas

#### O que vocês sabem sobre Polinização?

#### O que vocês sabem sobre déficit de polinização?

#### Problema (caso) para discussão:

O tio de Alex é um apicultor e tem enfrentado problemas em relação ao seu vizinho que cultiva maçãs e usa um agrotóxico neonicotinóide. Seu tio lhe diz: \_\_  
Minhas abelhas estão morrendo envenenadas! Meu vizinho diz que está usando o agrotóxico seguindo as instruções e que o SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) afirma que não há estudos conclusivos sobre a influência dos agrotóxicos na saúde das abelhas.

#### O que você acha disso?

Alex, sabendo que as abelhas contribuem com o aumento da produtividade de mais 70% dos cultivos agrícolas, decide fazer uma investigação: \_\_ Eu e meus colegas vamos ver o que podemos fazer para lhe ajudar.

O tio de Alex responde: \_\_ Muito obrigado! O que eu preciso saber é: se minhas abelhas estão, de fato, sendo prejudicadas pelo veneno do vizinho; se eu posso fazer algo para evitar a intoxicação de minhas abelhas; se eu posso dizer algo para que meu vizinho deixe de usar agrotóxicos em sua plantação. Além disso, os insetos e as flores estão trabalhando juntos há milênios e não é certo interferir com tanto veneno. Quando Alex expõe o caso do seu tio ao seu grupo, seu amigo Paulo duvida da redução das abelhas: \_\_ Será que as abelhas estão mesmo morrendo? As lixeiras estão sempre cheias de abelhas!

#### O que vocês acham sobre o que Paulo disse?

Sua amiga Júlia, que já conhecia alguns polinizadores de plantas produtoras de frutos de interesse comercial, diz: \_\_ Mesmo que não estivessem morrendo, temos que preservar as abelhas! Esse vizinho não sabe que as maçãs dele dependem dos polinizadores das redondezas?

#### O que vocês acharam do argumento de Júlia?

Alex responde: \_\_ Talvez ele esteja apostando em outras formas de polinização... Mas, até onde eu sei, com as abelhas, a qualidade do fruto é melhor e aí o preço final pode ser maior.

#### Será que Alex está correto?

#### Quais seriam essas outras formas de polinização? Naturais? Artificiais?

A amiga Fernanda retruca: \_\_ Que o preço das frutas e dos legumes tem aumentado, isso tem. Mas será que as abelhas têm algo a ver com isso?

#### Questões norteadoras para discussão sobre a solução do caso.

- 1 - Como podemos explicar a afirmação do tio: "os insetos e as flores estão trabalhando juntos há milênios", a partir de conhecimentos da biologia evolutiva? Exemplifique, utilizando a abelha e a flor da macieira.
- 2 - Sobre a dúvida de Fernanda, qual a relação entre o desaparecimento das abelhas e a queda na quantidade e na qualidade dos alimentos?
- 3 - Quais as principais ações antrópicas sobre o ambiente que podem levar à redução de polinizadores? Justifique.



- |  |
|--|
| <p>4 - Sobre o comentário de Júlia: "Mesmo que não estivessem morrendo, temos que preservar as abelhas!", quais os principais motivos para ações de preservação ou conservação ambiental? Quais os valores que sustentam essas ações?</p> <p>5 - Como os agrotóxicos podem afetar as abelhas e os seres humanos?</p> |
|--|

**Fonte: adaptado de Conrado (2017).**

A coleta dos dados desse trabalho ocorreu através da gravação em áudio das falas dos estudantes participantes. O áudio foi transcrito pela professora-pesquisadora. Adotamos a análise do conteúdo segundo Bardin (2006) para analisar a mobilização de cada um dos domínios CTSA e suas relações.

Consideramos o predomínio do domínio C, quando o estudante define, explica ou organiza informações científicas; o predomínio do domínio T, quando o estudante indica um produto/artefato tecnológico ou uma técnica; o predomínio do domínio S, quando o estudante explicita quaisquer conhecimentos não científicos e tecnológicos; e o predomínio do domínio A, quando o estudante descreve uma situação ambiental que condiciona o ambiente ou é consequência ambiental envolvida na QSC. (Conrado & Nunes-Neto, 2018a). A combinação dos domínios CTSA podem indicar relações estabelecidas entre cada um desses domínios. Com base na mobilização de conteúdos presentes nos domínios CTSA, organizamos 3 grupos que indicam essas combinações: (i) baixa complexidade, quando o estudante mobiliza os domínios CTSA separadamente; (ii) média complexidade, quando o estudante mobiliza alguma combinação dos domínios CTSA; (iii) alta complexidade, quando o estudante mobiliza todos os domínios CTSA em conjunto.

## Resultados

Todos os estudantes participaram das discussões, uns menos que outros, como, por exemplo, nota-se, a partir da tabela 1, que o estudante E2 participou com um total de 32 questionamentos ao longo das discussões nesta atividade, seguido do estudante E4 com 12, E1 com 11, e E3 com 10 e por fim o estudante E5 com 7 questionamentos ao total. Foi também possível perceber, em cada questionamento e opinião, um ou mais domínios das relações CTSA predominantes, conforme a tabela 1.



TABELA 1: Frequência dos elementos CTSA ou da relação destes nas discussões dos participantes

Relação/Estudante		E1	E2	E3	E4	E5	Total
<b>Baixa</b>	<b>C</b>	2	7	3	0	1	<b>13</b>
	<b>T</b>	0	1	1	1	1	<b>4</b>
	<b>S</b>	2	8	2	7	1	<b>20</b>
	<b>A</b>	1	3	1	1	2	<b>8</b>
<b>Média</b>	<b>CT</b>	0	1	0	0	0	<b>1</b>
	<b>CS</b>	2	1	1	2	1	<b>7</b>
	<b>CA</b>	0	1	0	0	0	<b>1</b>
	<b>TS</b>	2	3	1	0	0	<b>6</b>
	<b>TA</b>	0	1	0	0	0	<b>1</b>
	<b>SA</b>	0	3	0	0	1	<b>4</b>
	<b>CTS</b>	0	1	1	0	0	<b>2</b>
	<b>CTA</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>CSA</b>	1	1	0	1	0	<b>3</b>
	<b>TSA</b>	0	0	0	0	0	<b>0</b>
	<b>CTSA</b>	1	1	0	0	0	<b>2</b>
<b>Total de Comentários</b>		<b>11</b>	<b>32</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>72</b>

Fonte: Os autores. Legenda: C: Ciência, T: Tecnologia, S: Sociedade, A: Ambiente.

Podemos notar que os estudantes E1 e E2 apresentaram um questionamento de complexidade classificada como alta, pois eles mobilizaram conteúdos que indicam a combinação de todos os domínios CTSA, como pode ser visto no comentário do aluno E1:

*“É um egoísmo, né? Não pensar, porque se é a abelha, se põe agrotóxicos nas plantas dele e a abelha tipo quem faz a polinização aí é... aí elas vão polinizar querendo ou não elas são contaminadas por aquilo e vão acabar morrendo, se é um veneno.”*

Nesse questionamento, o aluno indica a opção pelo uso dos agrotóxicos que é um produto fruto da *Tecnologia*; também menciona um processo ecológico (explicitando que a abelha realiza o processo de polinização), que é estudado no campo da *Ciência*; ainda emite juízo de valor sobre a ação egoísta do agricultor, que podemos considerar um elemento do campo da *Sociedade*; além disso, o estudante menciona um elemento que representa uma condição ambiental (*Ambiente*), quando ele diz que o ambiente contaminado pelo veneno afeta as abelhas.

As relações possíveis de serem estabelecidas entre os domínios CTS, que correspondem a uma complexidade média, foram mobilizadas na fala de dois estudantes, E2 e E3, como pode ser exemplificado no questionamento do estudante E2:

*“E aí, por exemplo, ele falou de uma plantação de laranja que tinha uma determinada praga e tinha uma outra espécie que essa praga também, na verdade, essa praga, ela não*



*se aproximava, porque ela tinha ação repelente, então, nessa plantação, ficou: uma fileira de laranja, uma fileira da outra espécie, aí uma de laranja, uma da outra espécie, então a praga não se aproximava por causa da ação antirrepelente da planta vizinha, então foi uma alternativa lucrativa porque, se eu não me engano, era goiabeira. Era a goiabeira, laranja, goiabeira, laranja e aí a praga não se aproximava e o rendimento se tornou maior. Mas, aí foi uma alternativa que já tinha um estudo prévio né, já tinha esse conhecimento que a praga tinha a ação antirrepelente em relação à goiabeira"*

Nesse questionamento, é percebido que o estudante inicia exemplificando uma das formas alternativas de evitar o uso do agrotóxico, explicitando uma técnica, que podemos considerar no domínio da *Tecnologia*; ainda, o estudante relata o comportamento do inseto ao evitar a planta (quando ele comenta sobre a ação química da planta que tem ação antirrepelente), indicando conteúdos que correspondem a um domínio do campo da *Ciência*; além de explicitar que a alternativa precedia de um estudo científico prévio (domínio C), que gerou um conhecimento aplicável ao campo da *Tecnologia*. Por fim, no seu discurso, ele menciona informações sobre economia, e atribui um valor moral ao inseto (quando ele o classifica como *praga*), assim, reconhecemos conteúdos do domínio da *Sociedade*, por ser um retorno social ao agricultor à alternativa apontada e por considerar moralmente o inseto como um objeto indesejado no cultivo.

Na tabela 2, exemplificamos outros momentos das falas dos participantes que correspondem a algum domínio CTSA e possíveis relações entre esses domínios.

**TABELA 2: Outros elementos das relações CTSA**

Estudante	Fragmento do Questionamento	Conteúdo CTSA	Justificativa para a classificação
E1	"Por exemplo, uma plantação de maracujá tem centenas de flores, você já pensou pegar um pincel pra ir um por um polinizando? Fica bem inviável."	Tecnologia	A estudante expõe uma técnica de polinização manual, mas destaca a inviabilidade da técnica.
E2	"Polinização seria o transporte de pólen de uma flor para outra? Pra que assim haja a fertilização e depois essa flor se desenvolva, forme o óvulo que vai se desenvolver vai formar o fruto e aí vai da origem as sementes que vai dar origem a uma nova planta. E isso pode se dar através do vento, de animais, de insetos"	Ciência	Apresenta conhecimento sobre conceitos científicos de Botânica (fertilização de plantas) e Ecologia (conceito e tipos de polinização).



<b>E3</b>	“É a polinização também pode contribuir para a variabilidade genética”	Ciência	Destaque à importância do processo ecológico da polinização que contribui para a manutenção da biodiversidade.
<b>E4</b>	“O negócio é que as pessoas não sabem da importância das abelhas, então elas estão pouco se lixando se abelha vai acabar, se a abelha vai polinizar ou não”	Sociedade	Enaltece a relevância das abelhas, além de destacar a desvalorização desses insetos atribuída por parte da população.
<b>E5</b>	“Pode ser a fertilização, é... pode ser feita através do homem também já estão criando essa técnica. Essa é uma boa ideia pelo declínio aí das abelhas é uma solução a polinização feita pelo homem”	Tecnologia-Sociedade	Foi exemplificada uma técnica, associada a um juízo de valor, pois o estudante valoriza a tecnologia a benefício da sociedade.

Fonte: Os autores.

Além disso, cabe notar que, a partir das discussões, alguns estudantes, com base em suas vivências com a agricultura, relataram fatos sobre os agrotóxicos, mobilizando suas concepções sobre o uso dos agrotóxicos e conseqüentemente os riscos que estes trazem para a saúde humana, como notamos na fala do aluno E1:

*“Inclusive tem, eu conheço uma pessoa que ela tem, assim ela planta legumes e tal. Aí, o que ela faz, ela põe agrotóxicos em todos e aí a parte que é para o consumo dela mesma, ela não coloca, entendeu? E, quando coloca, é em menor quantidade só em... [...] Aí, o que tem agrotóxico, é, fica mais bonito, é mais, tem aquela beleza...”*

Nesse comentário, foram mobilizados predominantemente conteúdos dos domínios de *Tecnologia* e *Sociedade*, porque cita, respectivamente, o uso dos agrotóxicos e uma ação de valorização de alimentos sem agrotóxicos (o que indica também certo conhecimento por parte do agricultor sobre os problemas de saúde causados pelo consumo de alimentos contaminados pelo veneno). Nesse sentido, também podemos notar uma diferença na consideração moral dos envolvidos, quando o agricultor, ao separar o alimento mais saudável para consumo próprio, valoriza sua saúde e, ao comercializar o alimento contaminado (mesmo que mais bonito), desvaloriza a saúde do consumidor. Além disso, mesmo quando o agricultor tem conhecimento dos malefícios do agrotóxico e separa seus alimentos, ele desconhece ou não valoriza o risco de contaminação através da aplicação do veneno, principalmente se esta ocorrer sem a devida proteção dos equipamentos de segurança adequados. Este fato é também evidenciado na discussão entre dois alunos (E2 e E4):



*“Coloca a bomba nas costas... Eu digo porque meu próprio pai passa nas plantações da minha mãe” (E4). “Bota um chapéu na cabeça que é pra proteger alguma coisa e vai...” [...] “Não usa máscara, não usa luva, não usa bota...” (E2), “Não usa nada” (E4), “É em contato direto” (E2).*

Ao serem questionados sobre quais as principais ações antrópicas, causadas ao meio ambiente, podem contribuir para a redução dos polinizadores, eles mencionaram desmatamento, agrotóxicos, e introdução de espécies invasoras como possíveis causas, mobilizando, principalmente, conteúdos científicos de ecologia. De modo geral, eles apontaram aspectos que influenciam a QSC, contudo, não aprofundaram ou citaram fontes das informações apresentadas, o que é também um fator relevante para o LCC (Conrado, 2017).

Por fim, apesar de serem solicitados, os estudantes não tomaram decisão sobre o caso, o que pode ser uma consequência da falta de discussões e aprofundamento sobre as relações CTSA (Santos & Mortimer, 2001), sobretudo no contexto do LCC (Hodson, 2011).

Conforme os resultados encontrados, concordamos com Zeidler e Nichols (2009), que assinalam a importância de mais momentos, em sala de aula, para debates e discussões para um melhor entendimento e uma possível resolução de uma QSC. Nesse caso, os estudantes, nessa atividade, não tiveram tempo para tomar uma decisão sobre a QSC e desenvolver uma proposta de solução para o caso; contudo, o mapeamento de suas concepções iniciais nessa atividade pode ser utilizado pela professora/pesquisadora para delinear e orientar os estudantes em outras atividades para aprofundar a compreensão das relações CSTA referentes à QSC sobre déficit de polinizadores e favorecer uma possível TDSR.

## Conclusões

De modo geral, todos os alunos participaram da atividade; contudo, houve baixa frequência de estabelecimento de relações CTSA de alta complexidade; além disso, nenhum estudante tomou decisões sobre a QSC. Para desenvolvermos o potencial das QSC, no contexto da educação CTSA, reconhecemos que são imprescindíveis mais atividades que permitam a compreensão das relações CTSA sobre QSC, na formação inicial de professores, uma vez que este é um passo essencial para o desenvolvimento do LCC.

O diagnóstico inicial das concepções dos estudantes pode auxiliar o professor em ações para aprofundar a compreensão das relações CTSA sobre a QSC discutida. Assim, ao perceber o pouco aprofundamento sobre os conteúdos mobilizados e a falta de reconhecimento das relações CTSA, o professor poderá delinear outras atividades e mais momentos para a discussão sobre a QSC. Uma discussão mais aprofundada sobre a QSC, por sua vez, pode favorecer o engajamento dos estudantes e posterior tomada de decisão, o que facilitaria a promoção de um LCC.



## Referências

- Abrol, D. P. (2015). *Pollination Biology* (Vol. 1). *Pests and Pollinators of Fruit Crops*. Cham, Switzerland: Springer.
- Aikenhead, G. (2003). STS education: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Org.). *A vision for science education: responding to the work of Peter Fensham*. London, UK: Routledge Falmer, 59-75.
- Andrade M. A. S., Conrado, D. M., Nunes-Neto, N. F., & Almeida, R. O. (2016). Abordagem sobre Agrotóxicos em uma Sequência Didática Colaborativa baseada em Questões Sociocientíficas. *Indagatio Didactica*. 8(1), 1083-1097.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização Científica-tecnológica para quê? *Ensaio: pesquisa em educação científica*, Belo Horizonte. 3(1), 1-13
- Bardin, L. (2006). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bencze, L., Halwany, S. E., Krstovic, M., Milanovic, M., Phillips, C., & Zouda, M. I. (2018) Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In: Conrado, D. M. & Nunes-Neto, N. (Orgs.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA. 77-118. p. 515-559.
- Bensusan, N. (2008). O que a natureza faz por nós: serviços ambientais. In: \_\_\_\_\_. *Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade: como, para quê e por quê*. 2. São Paulo/SP: Petrópolis.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (Org) (2005). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez editora.
- Conrado, D. M., El-Hani, C. N., & Nunes-Neto, N. F. (2013) Sobre a ética ambiental na formação de Biólogos. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*. 30(1), 120 – 139
- Conrado, D. M., Nunes-Neto, N. F., Viana, B. F., & El-Hani, C. N. (2015). Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching. *In Programme 11<sup>th</sup> Conference of the European Science Education Research Association, ESERA*. 1-4. Helsinki: ESERA.
- Conrado, D. M., El-Hani, C. N., Viana, B. F., Schnadelbach, A. S., & Nunes-Neto, N. F. (2016). Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. *Indagatio Didactica*. 8(1), 1133-1147.
- Conrado, D. M. (2017). *Questões Sociocientíficas na Educação CTSa: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico*. 237 p. Tese (Doutorado em Ensino, História e Filosofia das Ciências) Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA.
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018a). Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: Conrado, D. M. & Nunes-Neto, N. (Orgs.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA. 77-118.
- Conrado, D. M., Nunes-Neto, N. F., Viana, B. F., & El-Hani, C. N. (2018b) Declínio de polinizadores como questão sociocientífica no ensino de biologia. In: CONRADO, D. M. & NUNES-NETO, N. (Orgs.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA. 77-118.
- Freitas, B. M. & Silva, C. I. (2015). O papel dos polinizadores na produção agrícola no Brasil. In:



- Associação Brasileira de Estudos das abelhas (Org) *Agricultura e polinizadores*. São Paulo/SP.
- Hodson, D. (2004). Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. *The Science Education Review*. 1(3), 2-7.
- Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 10(3), 197-206.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: building a curriculum for social activism*. The Netherlands: Sense Publisher.
- Hodson, D. (2013). Don't Be Nervous, Don't Be Flustered, Don't Be Scared. Be Prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 13(4), 313-331.
- Hodson, D. (2018). Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: Conrado, D. M.; Nunes-Neto, N. (Orgs.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA. 77-118. (2018), 27-57.
- Kolstø, S. D. (2001) Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*. 85(3), 291-310.
- Levinson, R. (2006) Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*. 28(10), 1201-1224.
- Lima, M. C., & Rocha, S. A. (2012). *Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento*. Brasília: Ibama.
- Martínez-Pérez, L. F. (2012). *Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação dos professores*. São Paulo: Editora UNESP.
- Martins, I. P., & Paixão, M. F. (2011). Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: Santos, W. L. P., & Auler, D. (Org) *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: Zeidler, D. (Org). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Curr ents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*. 95, 601-626.
- Potts, S. Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*. 25(6), 345-353.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-scientific Issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Sadler, T. D. (2011) *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research*, Gainesville: Springer.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de Decisão para uma Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*. 7, 95-111.
- Santos, W. L. P. (2009) Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic



science education. *Science Education*. 93(2), 361-382.

Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In: Santos, W. L. P., & Auler, D. (Org) *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Santos, W. L. P. (2012). Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. *Amazônia*. 9(17), 49-62.

Simonneaux, J., & Simonneaux, L. (2012) Educational configurations for teaching Environmental Socioscientific Issues within the perspective of Sustainability. *Research in Science Education*. 42, 75-94.

Vilches, A., Gil-Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: Santos, W. L. P., & Auler, D. (Org) *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Zeidler, D. B., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*. 21(2), 49-58