

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A PRESERVAÇÃO DAS ABELHAS UTILIZANDO O ENFOQUE DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E A TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS DE GUY BROUSSEAU

DIDACTIC SEQUENCE PROPOSAL CONCERNING BEES PRESERVATION USING THE APPROACH SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY AND THE DIDACTIC SITUATION THEORY BY GUY BROUSSEAU

PROPUESTA DE SECUENCIA DIDÁCTICA SOBRE LA PRESERVACIÓN DE LAS ABEJAS UTILIZANDO EL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y LA TEORÍA DE SITUACIONES DIDÁCTICAS DE GUY BROUSSEAU

Graziele Aparecida Correa Ribeiro

graziele.correa@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-5126-9101>
Universidade Federal do Paraná

Vanessa Patrícia dos Santos

vanessadbsantos@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-5001-1065>
Universidade Federal do Paraná

Thaís Rafaela Hilger

thais.hilger@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3463-3212>
Universidade Federal do Paraná

Sérgio Camargo

s.camargo@ufpr.br
<https://orcid.org/0000-0003-3463-3212>
Universidade Federal do Paraná

Tânia Teresinha Bruns Zimer

taniatbz@ufpr.br
<https://orcid.org/0000-0002-9353-7944>
Universidade Federal do Paraná

RESUMO

Com o objetivo de propor uma Sequência Didática (SD) orientada pelos momentos didáticos discutidos por Zabala (1998) e pela Teoria das Situações Didáticas (TSD) discutida por Guy Brousseau (1986) com um enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), este estudo recorre à abordagem interdisciplinar e baseia-se em situações cotidianas reais, contextualizando conceitos de física, química e biologia em 12 aulas distribuídas em 7 Momentos. Desse modo, buscando fomentar o desenvolvimento da consciência ambiental e da alfabetização científica e tecnológica em alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental II, os temas abordados na SD incluem campo elétrico, formação de imagem, composição de cores, química dos produtos das abelhas, polinização e angiospermas. A articulação entre a TSD, a abordagem CTS e as competências e habilidades previstas na BNCC na SD proposta se dá por meio de atividades contextualizadas e de uma abordagem interdisciplinar que visa reestruturar o currículo, destacando a interdisciplinaridade e relacionando entre si questões do cotidiano, tecnológicas, socioambientais e científicas. Esperamos que a SD proposta incentive outros educadores a adotarem a abordagem CTS aliada à TSD, promovendo uma compreensão mais profunda e um desempenho significativo dos alunos em situações que envolvem relações científicas, tecnológicas e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: educação ambiental; cts; tsd; act; ensino de ciências.

ABSTRACT

Aiming to propose a Didactic Sequence (DS) guided by the didactic moments discussed by Zabala (1998) and the Theory of Didactic Situations (TSD) discussed by Guy Brousseau (1986) with a STS (Science, Technology and Society) focus, this study uses an interdisciplinary approach and is based on real everyday situations, contextualizing concepts of physics, chemistry, and biology in 12 classes distributed across 7 Moments. Thus, seeking to foster the development of environmental awareness and scientific and technological literacy in seventh-grade students, the topics covered in the DS include electric field, image formation, color composition, chemistry of bee products, pollination, and angiosperms. The articulation between SDT, the STS approach, and the competencies and skills outlined in the BNCC in the proposed SD is achieved through contextualized activities and an interdisciplinary approach that aims to restructure the curriculum, highlighting interdisciplinarity and connecting everyday, technological, socio-environmental, and scientific issues. We hope that the proposed SD will encourage other educators to adopt the STS approach combined with SDT, fostering a deeper understanding and significant student performance in situations involving scientific, technological, and environmental relationships.

KEYWORDS: environmental education; stc; dst; stl; science teaching.

RESUMEN

Con el objetivo de proponer una Secuencia Didáctica (SD) guiada por los momentos didácticos de Zabala (1998) y la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) de Guy Brousseau (1986), con un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), este estudio utiliza un enfoque interdisciplinario y se basa en situaciones cotidianas reales, contextualizando conceptos de física, química y biología en 12 clases distribuidas en 7 Momentos. Así, buscando fomentar el desarrollo de la conciencia ambiental y la alfabetización científica y tecnológica en estudiantes de séptimo grado, los temas abordados en la SD incluyen el campo eléctrico, la formación de imágenes, la composición del color, la química de los productos apícolas, la polinización y las angiospermas. La articulación entre la SDT, el enfoque CTS y las competencias y habilidades descritas en el BNCC en el SD propuesto se logra mediante actividades contextualizadas y un enfoque interdisciplinario que busca reestructurar el currículo, destacando la interdisciplinariedad y conectando problemáticas cotidianas, tecnológicas, socioambientales y científicas. Esperamos que el SD propuesto anime a otros educadores a adoptar el enfoque CTS combinado con la SDT, fomentando una comprensión más profunda y un desempeño estudiantil significativo en situaciones que involucran relaciones científicas, tecnológicas y ambientales.

PALABRAS CLAVE: educación ambiental; cts; tsd; act; enseñanza de las ciencias.

INTRODUÇÃO

O mundo enfrenta um colapso iminente relacionado ao esgotamento dos recursos naturais, uma vez que o uso indiscriminado desses recursos continua a comprometer a sustentabilidade e a própria sobrevivência da humanidade nas próximas décadas (Rockström et al., 2023). A interferência humana no meio ambiente é tão alarmante que temos vivenciado um crescimento inédito do número de espécies que têm entrado para a lista de organismos em extinção ou criticamente ameaçados. Um dos animais que têm sido foco de diversas pesquisas e inúmeros debates na mídia há muito tempo é a abelha (Souza et al., 2005).

Em busca de formas de mitigar os efeitos da exploração indiscriminada dos recursos naturais e da interferência humana sobre os ecossistemas, diversas estratégias vêm sendo desenvolvidas nos mais variados setores da sociedade. Na educação, a abordagem da Educação Ambiental (EA) ganha destaque ao tratar de temas relacionados à sustentabilidade e à conservação da biodiversidade. Parte do destaque é devido ao fato de que a EA é um tema transversal previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) e assim, o documento recomenda que o tema seja trabalhado em todas as disciplinas. A abordagem da EA visa promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), colocando o estudante no centro do processo de aprendizagem e desconstruindo a visão puramente utilitarista e pragmática da ciência (Brasil, 2018; Fourez, 1997).

A EA ainda é frequentemente apresentada aos estudantes de maneira superficial, sem o embasamento científico necessário para estimular a compreensão do ser humano como agente transformador de sua realidade e corresponsável pela manutenção dos limites seguros do sistema terrestre (Rockström et al., 2023). De acordo com Marpica e Logarezzi (2010), a EA é imprescindível para a construção de um futuro consciente e sustentável, sendo caminho para a conscientização e construção de um mundo sustentável.

O debate sobre as abelhas pelo viés da EA é um tópico importante para a sociedade, uma vez que, possui influência em diversos setores, como por exemplo, a indústria alimentícia e farmacêutica. Olhando para o contexto da sala de aula, compreendemos que esse tema é passível de ser abordado em três eixos, sendo eles Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), contribuindo de forma direta na ACT dos estudantes (Fourez, 1997).

De acordo com Bazzo (2003), o enfoque CTS prioriza uma alfabetização em ciência e tecnologia considerando o contexto social, pois é a partir desse contexto que o indivíduo consegue formar seu caráter crítico e atuante na sociedade. Referente ao uso do enfoque CTS no campo educacional, Pinheiro e colaboradores (2007) contribuem com as ideias de Bazzo (1998) ao considerar que os avanços da tecnologia e da ciência devem ser discutidos em sala de aula. Pautando-se assim nas suas causas, consequências, interesses políticos e tecnológicos de forma a

ser contextualizada com a realidade do estudante em uma ação reflexiva de evolução do ser humano.

Nesse contexto, motivados pela problemática de como a preservação das abelhas poderia ser abordada no Ensino Fundamental II tendo em vista a abordagem CTS aliada à TSD e considerando-se a escassez de trabalhos que discutam o tema, o presente estudo tem por objetivo propor uma Sequência Didática (SD) orientada pelos momentos didáticos discutidos por Zabala (1998) e pela Teoria das Situações Didáticas (TSD) discutida por Guy Brousseau (1986), com um enfoque CTS. Desse modo, esperamos proporcionar aos alunos e professores momentos de reflexão sobre a importância da preservação das abelhas e introduzir conceitos de Física e Química no currículo do 7º ano do Ensino Fundamental II por meio do componente curricular de Ciências.

A TSD E SUA APLICAÇÃO NA PESQUISA

A TSD, conforme desenvolvida por Brousseau (1986), é uma teoria de aprendizagem que prioriza uma educação significativa ao aluno, ligando-a diretamente à sua realidade. Devido a sua relevância para o ensino de ciências e ao potencial para melhorar a prática docente, especialmente quando integrada à abordagem CTS, essa teoria foi selecionada como um dos principais pilares teóricos deste estudo.

A contribuição de Brousseau (1986) para o campo da educação é notável, particularmente em relação à conceituação do contrato didático e à distinção entre situações didáticas e a-didáticas. Segundo o autor, o conhecimento resulta da interação entre perguntas e respostas de qualidade considerando que “na concepção mais geral do ensino, o saber é uma associação entre boas questões e boas respostas” (Brousseau, 1986, p. 48). Essa perspectiva desloca a ênfase do professor como agente meramente fornecer respostas para agente facilitador do processo de construção do conhecimento por parte do aluno. Logo, para que o aluno seja capaz de apreender o conhecimento relacionado ao problema proposto é importante que o professor não apresente a resposta, pelo contrário, viabilize todos os possíveis procedimentos para que essa resposta seja construída.

De acordo com a TSD, os problemas apresentados aos alunos devem ser selecionados cuidadosamente para estimulá-los a agir, refletir e desenvolver sua própria compreensão. Como destacam Teixeira e Passos (2013), as situações didáticas propostas por Brousseau (1986) precisam ser reproduzíveis. Na TSD, o objeto de estudo não é o sujeito cognitivo, mas sim a própria situação didática, na qual são identificadas as interações entre professor, aluno e saber.

Brousseau (1986) define uma situação didática como um conjunto de relações (explícitas ou implícitas) entre um aluno (ou um grupo de alunos), um ambiente (que pode incluir instrumentos e objetos) e um sistema educativo (o professor). O objetivo é que essas relações permitam que os alunos adquiram um conhecimento estabelecido ou em processo de estabelecimento. Ele defende que a atividade do aluno deveria refletir – em parte – as características do trabalho científico, como uma forma de assegurar uma construção efetiva de conhecimentos.

De acordo com Teixeira e Passos (2013), cabe ao professor apresentar um problema que tenha potencial de desencadear a busca por um novo conhecimento, quanto ao aluno, este deve aceitar o desafio da resolução do problema proposto. No entanto, a aprendizagem só é considerada efetiva quando o aluno consegue aplicar o conhecimento adquirido em contextos diferentes do ensino e sem qualquer orientação intencional. Neste estudo buscamos estruturar as ações desenvolvidas em sala de aula como situações didáticas, almejando simultaneamente desencadear situações a-didáticas.

Dessa forma, ao selecionarmos a TSD como um dos pilares teóricos deste trabalho, optamos por integrá-la ao enfoque CTS, configurando uma articulação não explorada na literatura acadêmica voltada ao ensino de Ciências. Para verificar o ineditismo dessa aproximação, realizamos buscas em

diferentes bases de dados acadêmicas utilizando os descritores "Teoria das Situações Didáticas", "Ciência, Tecnologia e Sociedade", "TSD", "CTS" e "Ensino de Ciências", combinados com operadores booleanos (AND, OR), e não encontramos registros de trabalhos finalizados que proponham e analisem sistematicamente essa junção.

A ABORDAGEM CTS E ACT NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A atual estruturação da BNCC – antes ancorada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais – fomentou uma procura acentuada por abordagens que englobam a formação científica integral do estudante (Brasil, 2000; 2018). Entre essas abordagens está a integração entre CTS e ACT, situação em que a abordagem CTS é utilizada com o propósito de promover a ACT. A abordagem CTS com enfoque no campo educacional visa a reestruturação curricular que incite discussões e reflexões dentro do contexto social do estudante (Pinheiro et al., 2007).

Conforme discutido por Bazzo (2003) e Santos (2015), o Ensino de Ciências clássico ainda presente nos currículos mostra-se rígido e inibidor de discussões que conduzam ao debate sobre a influência da ciência no desenvolvimento tecnológico e humano. No Quadro 1 apontamos a diferença entre o Ensino de Ciências Clássico e o Ensino de Ciências fundamentado na abordagem CTS, de acordo com o apresentado por Santos (2015).

Quadro 1: Ensino de Ciências Clássico versus Ensino de Ciências com CTS

Ensino de Ciências Clássico	Ensino de Ciências com CTS
Organização conceitual da matéria de forma isolada (conceitos de física, química e biologia).	Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
Investigação, observação, experimentação, coleta de dados, como descoberta do método científico.	Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito a um bem comum.
Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
Busca da verdade científica, sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	Prevenção de consequências a longo prazo.
Ciência como um processo, uma atividade universal.	Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem ciência, depende das decisões humanas deliberadas.
Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos exatos e imparcial.	Lida com problemas verdadeiros em seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
Busca novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural.	Busca implicações sociais dos problemas tecnológicos, tecnologia para a ação social.

Fonte: Adaptado de Santos (2015, p. 68).

Santos (2015), em concordância com a análise de Bazzo (2003), argumenta que um ensino de Ciências eficaz deve buscar equilíbrio entre as duas formas apresentadas. Nesse sentido, acreditamos que a SD com o enfoque CTS ultrapassa os limites dos conhecimentos disciplinares, possibilitando que o estudante seja alfabetizado cientificamente. Para Fourez (1997), o ensino se torna científico e tecnológico quando o indivíduo se conscientiza de que os modelos científicos só serão compreendidos se questionados o motivo da sua existência. Neste contexto, a organização dos conteúdos da SD é proposta de forma a contemplar os três eixos (Ciência, Tecnologia e Sociedade) da abordagem CTS, conforme indica o Quadro 2.

Quadro 2: Relações CTS na abordagem ambiental das abelhas

Contexto: Qual a realidade a ser questionada?	Levantamento dos conteúdos a serem abordados em Ciências	Relação interdisciplinar com:
Discutir sobre a importância das abelhas para a sociedade; Discutir o desequilíbrio no ecossistema, causado pela interferência humana; Refletir sobre o uso da tecnologia e suas potencialidades para a polinização. Questionar se o uso destas tecnologias substitui todos os processos realizados pelas abelhas; Discutir a relação do uso dos produtos derivados do mel em larga escala, na indústria cosmética e farmacêutica.	Espectro eletromagnético; Formação de imagem e dispersão da luz; Gravidade; Angiospermas; Polinização Ecologia; Produtos das abelhas; Extinção das abelhas.	Física; Química; Biologia.
Como relacionar os conceitos utilizando o enfoque CTS através das relações:		
Social	Reflexão de como seria o mundo, sem as abelhas; Discussão sobre até onde a sociedade está contribuindo com a extinção das abelhas.	
Cultural	Discussão sobre as relações de consumo e utilização dos produtos oriundos do mel; Discussão sobre o lucro das indústrias farmacêuticas com a produção e venda dos produtos fabricados com o mel; Reflexão sobre a neutralidade da ciência.	
Política	Discussão do posicionamento dos órgãos públicos e de políticos em relação ao uso de agrotóxicos e pesticidas; Existem políticas públicas voltadas para a proteção de abelhas? Levantamento de Leis que defendem a educação ambiental; Análise do PPP da escola, para verificar se constam medidas educativas voltadas à educação ambiental.	
Econômica	Discussão no que tange a comercialização (exportação e importação) dos produtos oriundos do mel, e posterior movimentação no mercado financeiro. Geração de empregos; Influência na geração de renda dos pequenos apicultores.	
Tecnológica	Discussão sobre as tecnologias que estão sendo desenvolvidas no mundo, e se é possível a substituição das abelhas. Levantamento de prós e contras do uso destas tecnologias.	
Científica	Discussão sobre a conscientização da importância das abelhas para a sociedade; Reflexão sobre a extinção da raça humana, se as abelhas deixarem de existir; O papel da tecnologia e da ciência para a manutenção da vida das abelhas e ao mesmo tempo, sendo o gerador deste problema.	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na conjuntura deste trabalho e por meio da SD discutimos a importância das abelhas para a sociedade, a desestabilização do ecossistema causada pela interferência humana e a reflexão sobre o uso da tecnologia e suas potencialidades para a polinização. Também questionamos se o uso dessas tecnologias pode substituir todos os processos realizados pelas abelhas e discutimos a relação do uso dos produtos derivados do mel em larga escala, na indústria cosmética e farmacêutica.

Acreditamos que com a implementação da SD abordando as relações de aprendizagem com o enfoque CTS o professor poderá extrapolar as relações disciplinares, alcançando as relações descritas por Santos (2015) e, assim, promover a ACT. É importante salientar que as discussões e reflexões propostas na SD pelos autores são sugestões e podem ser modificadas de acordo com a realidade do grupo de alunos e da instituição de ensino.

METODOLOGIA DA PROPOSTA DE SD

Uma SD é descrita por Zabala (1998, p. 18) como 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”. O autor discorre sobre o ato de educar como uma maneira de formar cidadãos e cidadãs que não estão fragmentados em compartimentos estanques ou em capacidades isoladas. Ele defende que todo ato realizado em sala de aula incide, em maior ou menor grau, na formação do aluno em questão e que a aprendizagem depende das características singulares, da vivência e do contexto de cada estudante, sendo sempre pessoal. Nesta abordagem pedagógica, procuramos promover os três tipos de aprendizagem descritas por Zabala (1998) - atitudinal, conceitual e procedimental - de modo a fornecer aos alunos o controle da sequência em desenvolvimento e a promoção de conflitos pessoais e grupais de sociabilidade.

A presente SD incorpora os dez momentos didáticos propostos por Zabala (1998), a saber: 1) Apresentação, por parte do professor, de uma situação problemática relacionada ao tema; 2) Proposição de problemas ou questões; 3) Respostas intuitivas ou suposições; 4) Proposta de fontes de informação; 5) Busca da informação; 6) Elaboração das conclusões; 7) Generalizações; 8) Exercícios de memorização; 9) Prova ou exame, e 10) Avaliação. Adicionalmente, ela se estrutura ao redor das situações didáticas e a-didáticas descritas por Brousseau (1986), embasadas no enfoque CTS.

A SD contém 7 momentos e foi planejada para ser realizada em 12 aulas de 50 min, porém, pode ser adaptada pelo professor de acordo com as necessidades específicas da sua turma e estrutura da escola. Desse modo, o Momento 1 é composto pelas aulas 1 e 2; o Momento 2 é composto pelas aulas 3 e 4; o Momento 3 é composto pelas aulas 5 e 6; o Momento 4 é composto pela aula 7; o Momento 5 é composto pelas aulas 8 e 9; o Momento 6 é composto pela aula 10; o Momento 7 é composto pelas aulas 11 e 12.

Momento 1: Identificação das concepções prévias ou alternativas dos alunos e problematização inicial (Aulas 1 e 2)

Para iniciar a SD, sugerimos que o professor instigue os alunos a expressarem seus conhecimentos prévios sobre o desenvolvimento dos alimentos na natureza, podendo utilizar o livro didático, caso este apresente conteúdo propício para gerar os debates. O professor deve dar preferência a elementos que direcionam as discussões para o tema em questão: a importância das abelhas na polinização e no desenvolvimento das plantas. Recomendamos que se problematize alguma abordagem ou texto específico presente no livro didático, de preferência buscando elementos que possibilitem conduzir as discussões para a temática em questão. É importante que o professor mobilize e organize as ideias preexistentes dos alunos para orientar o debate em direção a uma construção coletiva do conhecimento.

A interação proposta pode estabelecer uma situação didática (Brousseau, 1986), na qual, o professor desempenha um papel fundamental ao estimular os conhecimentos prévios dos estudantes e direcionar a discussão para uma construção coletiva do conhecimento. O papel das abelhas na polinização e desenvolvimento de plantas pode ser introduzido a partir dos debates gerados entre os alunos. Se perceber necessidade, o professor pode direcionar o debate por meio de perguntas, como: Por que as abelhas são importantes? Qual sua importância para a sociedade e para o meio ambiente?

Após esse momento, sugerimos o uso do recorte (00:4:00 e 00:45:00) do filme Bee Movie: a história de uma abelha¹. O recorte pode ser utilizado para iniciar com os alunos um processo de construção de conhecimentos em áreas como Física, Biologia e Química. Como o foco dessa SD é a exploração de conceitos e conhecimentos associados à Física, à Biologia e à Química, sugerimos algumas perguntas norteadoras para guiar os alunos nesse processo.

Perguntas que podem ser utilizadas nesse contexto são: Como são os olhos e as cores que uma abelha enxerga? Como uma abelha voa? Como a abelha se orienta para chegar até as flores? Nesse momento, o professor pode discutir junto aos alunos que isso é devido ao campo elétrico da Terra e à interação de carga. Caso o professor julgue necessário é possível relacionar o tema com a polinização. Sugerimos essas perguntas como orientação para uma discussão acerca dos conteúdos relativos à Física – como o espectro de luz – buscando criar conexões com a atividade que será desenvolvida nas aulas 3 e 4 e para motivar um processo de reflexão acerca de como outros animais que não os mamíferos, e por consequência o ser humano, enxergam.

De acordo com Zabala (1998), é importante que nesse primeiro momento os próprios alunos manifestem as perguntas que nortearão as atividades da SD, uma vez que se parte do princípio de que os alunos possuem conhecimentos, não chegam à escola vazios de sensações ou situações. Assim, para o desenvolvimento desse momento é crucial que o professor estimule a participação dos alunos, buscando a explicitação de seus conhecimentos prévios. Para essa aula, sugerimos duas leituras prévias para o professor, sendo elas: 1) Resenha² – Bee Movie: A história de uma abelha (Bosco, 2007), 2) Sugestão de leitura³: Abelhas utilizam campos elétricos para identificar flores (Flório, 2016).

Momento 02: Proposição de problemas ou questões orientadoras (Aulas 3 e 4)

No segundo momento, recomendamos a construção de um espectroscópio com os alunos para visualizar e explorar conceitos de luz branca e espectro eletromagnético. Para essa aula sugere-se que o professor reúna os alunos em equipes para a construção do espectroscópio⁴. O foco da construção dessa atividade é discutir junto aos alunos o conceito da luz branca e das cores do espectro visível, assim como o processo de formação de imagem do olho da abelha – que pode ser abordado por ser um fato diferente do que acontece na nossa visão.

Zabala (1998) infere que é essencial que em sua maioria, o que se aprenda seja reflexo direto das perguntas que são feitas. Assim, perguntas norteadoras que podem ser utilizadas nessa dinâmica são: Como as cores que vocês observam no espectroscópio influenciam na forma como a abelha enxerga?

Se o professor julgar necessário, a depender da turma, sugerimos a utilização de recortes de mapas anatômicos das abelhas ou mesmo do olho humano como material de apoio durante a aplicação da atividade. Acreditamos que esse seja um dos momentos mais importantes do contrato

¹ Bee Movie: a história de uma abelha. Direção: Simon J. Smith e Steve Hickner. Produção: Jerry Seinfeld, Christina Steinberg e Cameron Stevning. Estados Unidos: DreamWorks Animation, 2007. 1h 31min. Disponível em: Netflix.

² Disponível em: <https://isabelabosco.com/2007/12/05/bee-movie/>

³ Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300007

⁴ O passo a passo pode ser acessado no link: <https://www.apolo11.com/espectro.php>

didático (Brousseau, 1986), pois é nesse espaço que os alunos precisarão se sentir confortáveis em investigar e elaborar hipóteses a serem levadas ao grupo para discussão.

Em seguida, ainda usando o espectroscópio como material gerador de discussão, o professor pode buscar uma abordagem dos conceitos relativos à Química através das seguintes questões: como as cores que as abelhas enxergam influenciam na composição do mel? Do que o mel é feito? O que faz o mel ser tão nutritivo? Ou ainda, o professor pode seguir a abordagem através de uma questão problema como: supondo que durante o processo evolutivo os animais positivamente selecionados pelo ambiente foram abelhas que não possuíam olhos, como ocorreria sua interação com as plantas? Como isso afetaria a polinização? Durante esse momento, contemplamos também o momento didático 3 em que os estudantes externalizam suas respostas intuitivas ou suposições a respeito do tema em estudo, conforme recomendado por Zabala (1998).

Momento 3: Pesquisa inicial (Aulas 5 e 6)

Continuando o desenvolvimento da SD, sugerimos que o professor retome rapidamente os conceitos abordados nas aulas 1 e 2 e dê início a uma breve introdução sobre quem são as angiospermas, a importância das flores no processo evolutivo desse grupo, bem como sua estrutura morfológica, e finalize instigando-os a refletir sobre sua importância social e ambiental. Em seguida, propomos um resgate dos conceitos associados ao pólen presente nas flores junto aos alunos. Sugerimos a mobilização desses conceitos a partir de questões orientadoras como: O que é o pólen? Como ocorre a polinização? Que animais agem na polinização? Qual é a relação existente entre um polinizador e uma flor? Existem outras formas de polinização?

Para se chegar a essa discussão, os alunos podem ser conduzidos ao laboratório de informática da escola (se houver) e pesquisar sobre os termos acima mencionados, sintetizando as ideias da pesquisa em um bloco de notas. Em seguida, os estudantes devem se organizar em 4 grupos para atividade posterior. Caso a escola não disponha de um laboratório de informática ou espaço adequado para a pesquisa, o professor pode disparar essas questões e solicitar que os alunos anotem suas ideias em uma folha A4 e que verifiquem no livro didático se há informações que podem lhes auxiliar nesse momento. Ao fim, os estudantes devem se organizar em 4 grupos.

Nos grupos, os alunos devem colocar suas ideias individuais sobre o tema em pauta e, em seguida, elaborar uma única definição a respeito da temática abordada. Propomos que o professor recolha as 4 definições produzidas pelos alunos e utilize-as como documento base para promover uma discussão que busque abordar a polinização pelo vento e suas possíveis implicações pela ótica da Física, além das relações químicas existentes entre o cheiro que as flores exalam e seu polinizador específico. Durante o momento 3, objetivamos contemplar os momentos didáticos 4 e 5 no que se refere à proposta de fontes de informação e busca da informação, respectivamente (Zabala, 1998).

Momento 4: Elaboração das Conclusões e Generalizações (Aula 7)

Na busca pela construção de momentos didáticos e a-didáticos, sugerimos que o professor reserve essa aula para realizar junto aos alunos uma síntese dos conhecimentos mobilizados até este momento. Para tal, propomos o desenvolvimento de uma atividade prática na qual os alunos serão orientados a realizar a observação e posterior desenho da morfologia de uma flor⁵, identificando ao fim as pétalas, sépalas, pistilos (estigma+estilete+ovário) e estames (antera+filete).

Recomendamos ainda que após a finalização do desenho o professor instigue os alunos a refletirem sobre a representação feita, com perguntas como: por que os estames são mais altos que os pistilos? Essa diferença de altura entre os estames e pistilos acontece em todas as flores? Essa

⁵ Sugerimos a utilização do lírio por ser uma flor grande e com um número reduzido de detalhes.

configuração da anatomia da flor é importante? Por quê? Nossa intenção ao propormos esta aula e esses questionamentos é de que os alunos tenham a oportunidade de observar a olho nu uma flor (elemento comum do dia a dia) e iniciar a construção de relações entre a flor e os conceitos científicos que a cercam/constituem. Durante o momento 4, exploramos os momentos didáticos 6 e 7 que tratam da elaboração das conclusões e generalizações (Zabala, 1998).

Momento 5: Exposição do Conteúdo Teórico (Aulas 8 e 9)

Ao iniciar essas aulas, recomendamos que o professor retome o trabalho realizado na aula anterior com a flor e a identificação feita pelos alunos, visando introduzir conceitos relativos à interação entre pólen, abelhas (e outros polinizadores) e a economia. Nesse momento o professor pode revisar alguns recortes do filme "Bee Movie: a história de uma abelha" (opcional) e direcionar uma discussão focada em aspectos econômicos da produção de mel, bem como de outros produtos derivados e usados pelas abelhas (própolis, cera, apitoxina, geleia real). Esse processo pode ser enriquecido estabelecendo-se conexões com outros alimentos que fazem parte da dieta dos alunos, como grãos e alguns vegetais. Essa relação pode ser abordada do ponto de vista biológico, uma vez que, para que seu desenvolvimento ocorra na natureza, é necessário que ocorra polinização.

Durante essas aulas, é importante considerar os benefícios e as implicações do consumo de produtos derivados das abelhas – como o mel – tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente. Para finalizar, sugerimos que o professor explore junto dos alunos a composição química do mel, a fim de introduzir conceitos de química à vida cotidiana dos alunos. As ideias discutidas durante a aula podem ser sintetizadas em um resumo. Se for necessário – dependendo do plano de aula do professor e do nível de engajamento e interesse dos alunos – o conteúdo pode ser dividido em duas partes, permitindo espaço adequado para discussões e inferências dos alunos.

Momento 6: Exercícios de memorização (Aula 10)

Para dar continuidade às atividades e estimular situações a-didáticas ao aprendizado, recomendamos que o professor incentive os alunos a refletir sobre a evolução da tecnologia nos últimos anos. A discussão deve envolver as conexões entre a indústria farmacêutica, o declínio das populações de abelhas e as mudanças climáticas, bem como a possibilidade de substituição da função polinizadora das abelhas por robôs. Esta etapa é crucial, pois permite que os alunos apliquem conceitos de CTS em um contexto mais amplo.

Caso seja do interesse do professor, a aula seguinte pode ser destinada à realização de uma pesquisa, seja na rede de computadores da escola (se disponível), seja por meio de análise de recortes de revistas e jornais com notícias relacionadas ao tema (previamente selecionadas). Ao final da pesquisa, sugerimos que os alunos sintetizem suas descobertas através de um mapa mental, ilustrando as relações que conseguiram identificar entre o desenvolvimento econômico, as mudanças climáticas e o desaparecimento das abelhas.

Nesse sentido, os exercícios de memorização não precisam necessariamente ser repetitivos. No entanto, devem permitir que os estudantes lembrem dos resultados de seus processos, sejam eles de conclusão, generalização ou síntese. Desse modo, os mapas mentais constituem um bom instrumento para explicitação de indícios de aprendizagem e de retenção de conhecimentos na memória dos alunos. Zabala (1998) discorre que a memorização deve ir além da repetição mecânica e sem sentido, recomendando que para que a memorização seja efetiva esteja vinculada a processos de organização, compreensão e aplicação de conceitos que sejam significativos para o sujeito. Assim, a utilização de mapas mentais pode auxiliar os estudantes a articular conhecimentos e contextos distintos, atribuindo significado a eles e dessa forma, facilitando sua retenção na memória ou memorização.

Momento 7: Avaliação (Aulas 11 e 12)

Para concluir a SD, sugerimos a produção colaborativa de folders com os alunos, destacando a importância da preservação das abelhas. A SD tem como premissa uma avaliação para a aprendizagem e assim, processual e formativa. Desse modo, recomendamos que o professor considere o estudante enquanto ele aprende e produz conhecimento, enquanto interage com os colegas e como o faz. Nesse sentido, o professor deve considerar em sua avaliação a forma como os estudantes se comportam, interagem, argumentam e externalizam a aprendizagem. Ademais, há de se considerar seus erros, acertos e dúvidas em relação ao conteúdo.

Para complementação da avaliação formativa e para atribuição de nota às atividades desenvolvidas pelos alunos, recomendamos uma avaliação somativa. Essa avaliação somativa deve abranger todas as tarefas desenvolvidas ao longo da SD e adicionalmente, se possível, aconselhamos a organização de uma "Feira das abelhas". Neste evento, os alunos devem elaborar trabalhos abrangendo os três aspectos CTS. A distribuição dos folders produzidos em sala de aula também poderá ocorrer durante a feira. O momento 7 é composto pelos momentos didáticos 9 e 10 no que diz respeito às provas ou exames e à avaliação, respectivamente (Zabala, 1998).

ELEMENTOS DE DISCUSSÃO

No contexto curricular, a abordagem de EA com enfoque CTS coincide com quatro habilidades e três competências trazidas pela BNCC (Brasil, 2018) para o Ensino Fundamental, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Competências e habilidades da BNCC para o Ensino Fundamental que podem ser relacionadas à EA

Competências	Habilidades
Competência I: Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 326).	(EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida (Brasil, 2018, p. 321).
Competência II: Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza (Brasil, 2018, p. 326).	(EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc (Brasil, 2018, p. 321).
Competência III: Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2018, p. 326).	(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina (Brasil, 2018, p. 321). (EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc (Brasil, 2018, p. 321).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por exemplo, a competência I e habilidade (EF07CI11) podem ser trabalhadas nas aulas 8, 9, 10, 11 e 12 nas quais é construída a relação entre ser humano e sua influência na natureza, o desenvolvimento tecnológico e seu impacto na sociedade. A competência II e a habilidade (EF07CI08), são discutidas nas aulas 1, 2, 5, 6, 7, 11 e 12, focando na importância das abelhas e o impacto que sua extinção ocasionaria em outras espécies. Finalmente a competência III e as habilidades (EF09CI04) e (EF09CI06), são o foco das aulas 3 e 4, onde por meio da experimentação são inseridos diversos conteúdos científicos, que contribuem para um debate mais aprofundado das questões da Física e Química, dentro do processo de aprendizagem.

A articulação entre a TSD, a abordagem CTS e as competências e habilidades previstas na BNCC se dá por meio de atividades contextualizadas que procuram não apenas transmitir conteúdos de caráter científico, mas efetivar estratégias didáticas que intencionam desenvolver também habilidades cognitivas, procedimentais e atitudinais nos estudantes. Por meio dessa articulação, a SD favorece ainda a promoção da ACT ao propor uma contextualização que busca aproximações com a realidade estudantil de modo que os estudantes analisem dados e proponham reflexões e/ou críticas a respeito da relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nesse sentido, ao pesquisar, discutir com colegas e professores, comparar fontes e informações e defender pontos de vista, os estudantes são estimulados a tomar decisões que considerem também os aspectos éticos envolvidos. Assim, consideramos que a ACT envolve a compreensão da natureza da ciência, do processo de produção do conhecimento, a interpretação de como ciência e tecnologia se relacionam e de como afetam e são afetadas pelas decisões tomadas em sociedade. Desse modo, a SD pode favorecer a ACT ao viabilizar o entendimento de que a ciência não é neutra, sendo influenciada por interesses econômicos, ambientais, éticos e culturais.

Ainda, conforme indicado na seção de Metodologia no que se refere aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, estes são contemplados ao longo de toda a SD. Em relação aos conteúdos de ordem conceitual, a aprendizagem desses conteúdos pode ser promovida a partir dos Momentos 1, 2, 4 e 5 em que mobilizam-se conceitos como ecologia, campo elétrico, espectro de luz, formação da imagem, luz visível, anatomia da flor, polinização e composição química do mel. Explorar esses conceitos por meio de questões norteadoras pode facilitar sua aprendizagem por estar atrelada ao contexto imediato de muitos dos sujeitos ou representarem situações familiares.

Já os conteúdos procedimentais são promovidos a partir de situações em que busca-se a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades e métodos. Desse modo, a SD abrange procedimentos e habilidades diversas quando propõe a construção de um espectroscópio no Momento 2, quando explora as habilidades de pesquisa dos estudantes no Momento 3, quando pressupõe a observação, identificação de estruturas florais e desenho no Momento 4 e quando recomenda a produção de um mapa mental no Momento 6.

Os conteúdos atitudinais, por sua vez, podem ser explorados durante os Momentos 1, 5, 6 e 7. Durante esses momentos, busca-se a sensibilização dos estudantes mediante as questões ambientais e a promoção de reflexões atreladas à dependência humana das abelhas no que corresponde à alimentação e aos embates éticos envolvidos no uso de novas tecnologias no meio ambiente. A responsabilidade social e ambiental também pode ser favorecida a partir das interações previstas na SD. Desse modo, reforçamos que todos os momentos da SD descritos até aqui buscam promover a aprendizagem desses conteúdos, seja de ordem conceitual, procedimental ou atitudinal, de maneira integrada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi propor uma SD sobre a preservação das abelhas, dentro do tema educação ambiental, fundamentada na TSD e no enfoque CTS para o ensino de Ciências. A fim de

atingir o objetivo inicialmente proposto, consideramos as aulas de ciências de forma interdisciplinar – como descrevem as competências e habilidades da BNCC (2018) – explorando conceitos da Física, Química e Biologia de forma entrelaçada no decorrer da SD para possibilitar aos estudantes a ACT. O desenvolvimento da ACT juntamente com o enfoque CTS pode auxiliar no progresso da capacidade de argumentação e criticidade dos estudantes. Já as potencialidades do enfoque entre a ciência, a tecnologia e a sociedade podem ser abordadas pela discussão sobre o impacto que essas relações podem trazer para a humanidade, por interferência externa do homem. Além do mais, apresentamos a TSD aliada à CTS, que possibilita maior autonomia e conhecimento de mundo aos estudantes, e contribui no processo de aprendizagem.

As questões problematizadoras de todas as aulas são sugestões que podem nortear o trabalho do professor, mas estas podem ser modificadas e exploradas em outros sentidos e conceitos. É importante salientar que existem outras SD sobre as abelhas e a educação ambiental, como mencionado anteriormente, e os professores são livres para utilizarem as vertentes trazidas nesses trabalhos se assim desejarem. Porém, apresentamos uma situação problema real e suas influências na sociedade, o que possibilita ao professor explorar diversas facetas da CTS.

Acreditamos que este trabalho tem potencial de auxiliar professores a construírem suas aulas de forma dinâmica e fundamentada, e contribuir diretamente no processo de aprendizagem de seus estudantes. Como consequência, é possível mobilizar a escola e seu entorno para a conscientização de um problema que é de importância para a humanidade.

Diante do exposto, pode-se concluir que a proposta de SD apresentada neste trabalho tem potencial para promover uma aprendizagem interdisciplinar e crítica acerca da preservação das abelhas e da EA como um todo. Ao fundamentar essa SD na TSD e no enfoque CTS, buscou-se proporcionar um ambiente de aprendizagem que instigue o questionamento, a investigação, a argumentação e o posicionamento crítico por parte dos estudantes, levando em consideração as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Desse modo, é importante ressaltar que esta proposta não se encerra em si mesma. A educação é um campo dinâmico, que requer constante revisão e atualização, tanto das abordagens pedagógicas quanto dos conteúdos trabalhados. Portanto, mesmo que esta SD possa representar uma contribuição valiosa, ela deve ser vista como um ponto de partida, um estímulo para futuras pesquisas e reflexões sobre a temática da educação ambiental e a importância da interdisciplinaridade no ensino de ciências. É preciso, assim, continuar a explorar e desenvolver diferentes estratégias pedagógicas que possam promover uma formação crítica e consciente dos estudantes frente aos desafios socioambientais contemporâneos.

A preservação das abelhas e a EA, como abordado neste trabalho, são temas de relevância e urgência no mundo contemporâneo. Considerando a importância da formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação ambiental, fica evidente a necessidade de continuar aprimorando e expandindo propostas didáticas como a que foi apresentada aqui. Nesse sentido, pesquisas futuras poderiam explorar a efetividade desta SD em diferentes contextos educacionais, bem como investigar outras estratégias pedagógicas que promovam a EA de maneira crítica e interdisciplinar.

Além disso – dada a interconectividade das questões ambientais – poderia ser interessante explorar a integração de outras temáticas relevantes, como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, ou a sustentabilidade, na proposta didática apresentada. De maneira geral, o objetivo deve ser sempre o de contribuir para a formação de uma consciência ambiental crítica, que permita aos estudantes compreender e se posicionar de maneira informada e responsável diante dos desafios ambientais que enfrentamos como sociedade.

REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antônio. **Ciência, Tecnologia E Sociedade: e o Contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: Ed. Da Ufsc. Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. 2003.

BOSCOV, Isabela. **Bee Movie: A história de uma abelha**. Revista Veja, 2007.

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

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília, MEC/SEF, 2000.

BROUSSEAU, Guy. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en didactique des Mathématiques**, v. 7, n. 2, 33–115, 1986.

CAMPOS, Leandro Antunes Oliveira. *Melipona rufiventris* Lepelletier, 1836. In: **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**, 5ª. ed. Belo Horizonte, Biodiversitas, 1998.

FLÓRIO, Victoria. Abelhas utilizam campos elétricos para identificar flores. **Cienc. Cult.** v. 68, n. 3 São Paulo July/Sept. 2016.

FOUREZ, Gérard. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Ediciones Colihue S.R.L., 1997.

MARPICA, Natália Salan; LOGAREZZI, Amadeu José Montagnini. Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 115-130, 2010.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e Educação**. v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

ROCKSTRÖM, J., et al. Safe and just Earth system boundaries. **Nature**, 619, 2023.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, [s.l.], v. 1, número especial, nov. 2015.

SOUSA, Gislane dos Santos; ALVES, José Everton; NETO, Francisco Rosemiro Guimarães Ximenes; BRAGA, Petronio Emanuel Timbó; Epidemiologia e Distribuição Espacial de Acidentes Por Abelhas no Estado do Ceará, 2003 a 2011. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 10, n. 3, p. 75-86, 2005.

TEIXEIRA, Paulo Jorge Magalhães; PASSOS, Claudio Cesar Manso. Um pouco da teoria das situações didáticas (TSD) de Guy Brousseau. **Zetetike**, v. 21, n. 1, p. 155-168, 2013.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.