

Ensinando sobre aquecimento global por meio de uma abordagem baseada em questões sociocientíficas.

Teaching about global warming through an approach based on socio-scientific issues.

Anna Cassia de Holanda Sarmento
Colégio da Polícia Militar da Bahia - Dendezeiros
anna.cassia01@hotmail.com

Cássia Regina Reis Muniz
Colégio da Polícia Militar da Bahia - Dendezeiros
casmuniz@gmail.com

Ana Paula Miranda Guimarães
Instituto Federal da Bahia
apmguima@gmail.com

Nei Nunes-Neto
Universidade Federal da Grande Dourados
neinunesneto@ufgd.edu.br

Resumo

O mundo vive uma crise socioambiental resultante da forma como exploramos a natureza. Para enfrentar essa crise é necessário modificar essas relações, por meio da formação de princípios éticos que é um papel da escola. Neste trabalho, apresentamos um modelo didático para a construção e implementação de uma proposta para o ensino de aquecimento global, a fim de despertar o pensamento crítico e posicionamento ético do estudante acerca das questões ambientais. O modelo, contextualizado pelas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, pela história e filosofia da ciência e baseado em questões sociocientíficas, apresenta três elementos: caso, questões orientadoras e objetivos de aprendizagem nas suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA). A construção do caso foi orientada por dois princípios de *design* e considerou as dimensões CPA e sua pertinência ao contexto de ensino e ao tema abordado, a maturidade cognitiva dos estudantes e a estrutura de funcionamento da escola.

Palavras chave: educação CTSA, questões sociocientíficas, ensino de ciências; aquecimento global

Abstract

The world is experiencing a socio-environmental crisis resulting from the way we explore nature. To face this crisis, it is necessary to modify these relationships, through the formation of ethical principles, which is a role of the school. In this work, we present a didactic model for the construction and implementation of a proposal for the teaching of global warming, in order to awaken the critical thinking and ethical positioning of the student about environmental issues. The model, contextualized by the relations between science, technology, society and environment, by the history and philosophy of science and based on socio-scientific issues, presents three elements: case, guiding questions and learning objectives in their conceptual, procedural and attitudinal dimensions (CPA). The construction of the case was guided by two design principles and considered the CPA dimensions and their relevance to the teaching context and the topic addressed, the students' cognitive maturity and the school's operating structure.

Keywords: STSE education, socio-scientific issues, science teaching, global warming.

Introdução

Vivemos um período marcado por profundas crises sociais e ambientais decorrentes da forma como os seres humanos se relacionam com a natureza. Só para destacar dois exemplos atuais, podemos citar a pandemia provocada pelo novo Coronavírus (COVID-19) e as queimadas provocadas na Amazônia e no Pantanal, dois biomas brasileiros importantes. O primeiro caso está diretamente relacionado com a cultura da alimentação baseada em produtos de origem animal; o segundo, com a destruição da biodiversidade para a expansão da agropecuária, que acaba convergindo também para a cultura da exploração animal. Neste trabalho, vamos abordar o segundo caso, uma vez que a atividade agropecuária, além de ser um exemplo de exploração animal, tem sido a causa número um do aquecimento global antropogênico contemporâneo (GOODLAND; ANHANG, 2009) e precisa ser discutida criticamente no âmbito da educação básica.

Uma maneira de enfrentar a crise ambiental está em modificar as relações de exploração entre os indivíduos e as entidades e os processos ecológicos do planeta, que vão além da dimensão científica e tecnológica. Trata-se de uma transformação profundamente ética, exigindo mudança de identidade dos cidadãos (SHARMA, 2012). A escola, em virtude do seu papel na formação e na instrumentalização dos princípios éticos que orientam a sociedade, não pode se ausentar do debate ético acerca das questões ambientais (BRUM; SCHUHMACHER, 2014).

Para uma educação que valorize a construção de valores, o letramento científico crítico e a formação de cidadãos socioambientalmente responsáveis, capazes de ações sociopolíticas, em direção a maior justiça social e sustentabilidade ambiental (CONRADO, 2017), muitos pesquisadores defendem uma educação científica que leve em conta as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) e a história e filosofia da ciência (HFC). Estas abordagens contextualizadas podem ser implementadas a partir de um ensino baseado em questões sociocientíficas (QSC) e podem ser favorecidas por meio da mobilização das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA) dos conteúdos científicos (SARMENTO et al., 2019).

Assim, o nosso trabalho tem o objetivo de apresentar um modelo para a construção e implementação de uma proposta para o ensino de aquecimento global no ensino médio de biologia por meio de uma abordagem baseada em QSC e contextualizada por CTSA e HFC, a

fim de despertar o pensamento crítico e posicionamento ético do estudante acerca das questões ambientais e influenciar suas atitudes para a promoção de ações sociopolíticas que visem o bem-estar dos indivíduos, sociedades e ambientes. É importante dizer que apresentamos aqui um pequeno recorte da pesquisa acadêmica conduzida pela primeira autora deste trabalho.

Aspectos teóricos e metodológicos

Os referenciais teórico e metodológico que apoiam a construção deste trabalho são a pesquisa de *design* educacional (PDE) e os referenciais de história HFC, CTSA, QSC e ensino de ética ambiental e animal.

A PDE se configura como o estudo sistemático do planejamento, implementação, avaliação e manutenção de intervenções educacionais (PLOMP, 2009) e orienta o desenho metodológico da pesquisa a partir da construção e validação de princípios de design (PdD) entendidos como produtos teóricos da PDE. Os PrD são enunciados heurísticos construídos para orientar o planejamento de inovações educacionais, com o potencial de integrar uma teoria de ensino específica para um domínio (PLOMP, 2009), por exemplo, para o ensino de ética e ecologia.

Uma abordagem integrada CTSA/HFC, possibilita que os estudantes negociem ações para tratar de QSC (BENCZE; ALSOP, 2009) a partir das dimensões CPA dos conteúdos científicos. A abordagem HFC contextualiza o ensino, possibilitando uma visão mais reflexiva da ciência. A abordagem CTSA trata explicitamente de questões éticas, políticas e socioambientais relacionadas à ciência, com vistas ao desenvolvimento de ações sociopolíticas. De maneira integrada, elas apresentam o potencial de formar cidadãos autônomos e críticos, com conhecimento para tomar decisões e implementar ações sociopolíticas socialmente mais justas e ambientalmente sustentáveis.

Neste trabalho, apresentamos as características dos PdD que usamos para a construção da proposta de ensino baseada em QSC e a sistematização do processo de sua construção (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Trata-se de resultados da pesquisa preliminar da PDE. Apresentamos também o caso, em sua versão refinada, após validação dialógica, cujos resultados serão apresentados em outro trabalho.

Uma proposta de ensino sobre aquecimento global

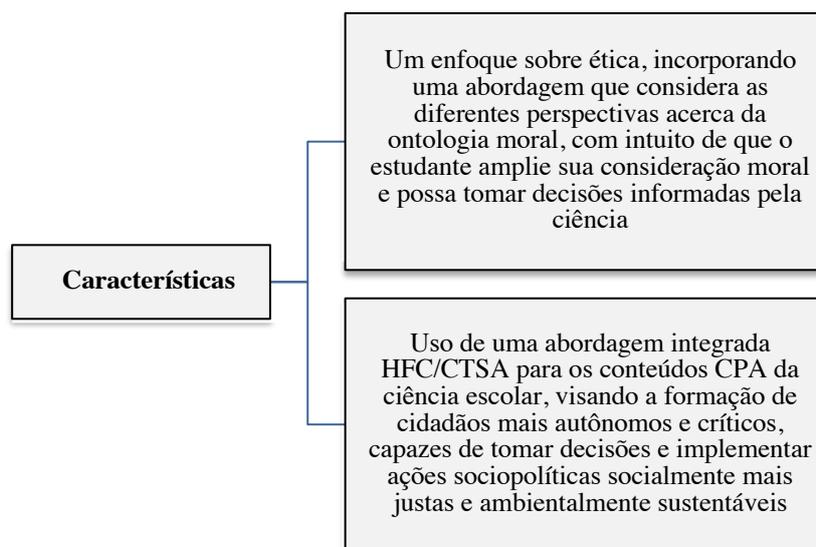
Para a construção de um modelo didático capaz de dar conta de uma educação integrada CTSA/HFC por meio de um ensino baseado em QSC, nos apoiamos no modelo proposto por Conrado (2017) e Conrado e Nunes-Neto (2018), que apresenta três elementos articulados: (1) caso ou história; (2) questões orientadoras; e (3) objetivos de aprendizagem nas suas dimensões CPA. O caso introduz a QSC, sendo uma história curta, com diálogos e personagens que se aproximem dos contextos socioculturais dos estudantes. As questões orientadoras abordam sobre o caso e/ou sobre as dimensões dos conteúdos e auxiliam o(a) professor(a) a mobilizar aspectos dos problemas sociocientíficos abordados, que demandarão ações previstas nos objetivos de aprendizagem definidos *a priori*, oferecendo apoio à aprendizagem dos estudantes.

Construção do Caso

O caso foi construído para ser aplicado em um estudo de desenvolvimento de inovação educacional conduzido por uma professora-pesquisadora em duas turmas da disciplina Pesquisa e Prática Aplicada à Biologia do novo ensino médio (EM) de uma escola pública do estado da

Bahia. Para a construção do caso, levamos em consideração dois PdD (SARMENTO et al., 2019), cujas características substantivas estão explicitadas na figura 1.

Figura 1: características substantivas dos PdD



Fonte: elaborada pelos autores

Para que o caso fosse construído de maneira clara e apropriada ao contexto de sua aplicação, levamos em consideração três critérios: (1) as dimensões CPA dos conteúdos e sua pertinência ao contexto de ensino e ao tema abordado; (2) a maturidade cognitiva dos estudantes; e (3) a estrutura de funcionamento da escola. As dimensões CPA dos conteúdos foram usadas para a definição dos objetivos de aprendizagem relacionados aos temas aquecimento global e ética, por meio de referenciais teóricos em diálogo com a experiência docente sobre as possibilidades e limites de uma abordagem de um ensino baseada em QSC para compreensão de crise ambiental e promoção de ação sociopolítica na educação básica. Acerca da maturidade cognitiva, tentamos adaptar os conteúdos CPA para o nível de compreensão de estudantes da primeira série do EM, sendo relevante, para isso, o conhecimento docente sobre os conteúdos CPA trabalhados em sala e sobre a instituição de ensino e a prática educacional na educação básica. Tendo em vista a estrutura de funcionamento da instituição de ensino, planejamos o caso para ser implementado em 2 aulas, com 50 minutos cada.

Objetivo geral e sistematização do caso

O caso tem como objetivo geral, discutir questões relativas às grandes causas do aquecimento global, com foco na pecuária, a fim de despertar o pensamento crítico e posicionamento ético do estudante acerca das questões ambientais, bem como influenciar suas atitudes, de maneira informada, para a promoção de ações sociopolíticas que visem o bem-estar dos indivíduos, sociedades e ambientes. O objetivo de ensino é o de promover discussões e posicionamentos, na sala de aula, que apontem a pecuária como uma das principais causas do aquecimento global, levando a discussões sobre ética ambiental e animal. O Quadro 1 apresenta o caso que traz a proposta de ensino baseada na QSC sobre aquecimento global.

Quadro 1: Caso baseado em QSC sobre pecuária e aquecimento global

Aquecimento Global: repensando nossas atitudes para o bem-estar dos indivíduos, sociedades e ambientes
João tem uma fazenda familiar, local onde ele se dedica à atividade de criação de animais em pequena escala, de maneira tradicional e sustentável, para a produção de ovos e leite, além de plantar frutas, verduras e hortaliças para vender na feira da cidade. Durante os últimos anos, ele tem enfrentado problemas devido à seca que atinge

a região na qual sua fazenda se localiza. Além disso, o principal rio que corta sua fazenda e abastece a região está sofrendo um processo de intenso assoreamento e corre o risco de desaparecer.

João está preocupado com essa situação, e sua preocupação aumentou quando ele ficou sabendo que uma indústria alimentar, em breve, iria iniciar atividades de implementação de suas instalações numa região próxima a sua fazenda. Ele ficou sabendo também que essa indústria teria sua atividade baseada na pecuária de bovinos em larga escala para a produção de carne para exportação.

João sabe que a atividade de pecuária contribui muito para os problemas relacionados ao aquecimento global, sendo essa uma informação importante, mas que grande parte da população mundial desconhece. Samara, a mulher de João, acredita também que tudo vai mudar depois da vinda da indústria para a região. Segundo ela, os costumes locais vão se perder e tudo vai se modernizar. Ela argumenta que os moradores vão sentir falta do que tinham, mas vai ser muito tarde, pois serão engolidos pelo que chamam de progresso. Além disso, João está por dentro dos casos de corrupção envolvendo multinacionais da agropecuária e sabe o quanto esse setor, impulsionado pelo capitalismo neoliberal, exerce influência na economia e política brasileira. Além das críticas acerca dos danos socioambientais que este empreendimento provoca, a atividade de criação intensiva de animais tem sido alvo de ativistas que lutam pelos direitos dos animais e que defendem uma alimentação mais saudável, sem proteína de origem animal.

Assim, a instalação da indústria estaria contribuindo para: (1) o agravamento de problemas ambientais os quais atingem a região na qual se localiza a fazenda de João, (2) aumentar a emissão de gases do efeito estufa, contribuindo para o aumento da temperatura global, (3) transformação da cultura local, com perda de traços de sua cultura tradicional, (4) o contínuo tratamento inadequado dado aos animais criados de maneira intensiva e (5) aumentar a influência dessa indústria na economia e na política brasileira.

Contudo, muitas pessoas da cidade de João, tais como políticos, empresários e parte da população, defendem que a indústria trará aspectos bastante positivos para a região tais como: (1) crescimento econômico, (2) geração de emprego, (3) produção de riquezas, (4) diminuição da pobreza e da fome (5) modernização da região com novos aportes culturais, sendo a favor da sua implementação.

Francisco, vizinho de João, disse que viu na TV e na rádio local que a vinda da indústria vai tirar as pessoas da situação de pobreza que se encontram e que pelo menos não vão faltar o arroz e o feijão para os moradores da região. Por isso, ele apoia a implantação da indústria alimentícia.

Sabendo dessas informações, João procurou a associação dos pequenos produtores da sua cidade a fim de discutir sobre a instalação da indústria. Nessa sua empreitada, ele conheceu Maria, professora de ciências e ativista social que luta para eliminação da exploração animal e para a promoção do bem-estar individual, social e ambiental na região. Maria (e muitas outras pessoas, que pensam como ela) acha um absurdo a forma como os animais são explorados e o sofrimento que é imposto a eles nas atividades de criação de animais para consumo. Assim, João e Maria, em colaboração com outros moradores, resolveram pedir apoio a uma equipe de especialistas que fosse capaz de, a partir de pesquisas consistentes, construir um relatório, para a população, políticos e empresários da região, que informasse sobre os problemas locais e globais associados à atividade de pecuária, de forma que medidas conscientes e informadas fossem tomadas acerca da instalação da indústria.

Considerando que vocês fazem parte dessa equipe de especialistas (biólogos, químicos, físicos, geógrafos, filósofos, sociólogos, historiadores, etc.), elaborem um parecer técnico acerca da implantação da indústria na região. Esse documento será encaminhado para órgãos competentes que licenciam a implementação e funcionamento de indústrias na região e terá um grande peso para a liberação ou não liberação da licença. Vocês podem escrever o documento levando em consideração uma das duas opções abaixo:

a) Argumentar a favor da instalação da indústria. Nesse argumento, a equipe levará em consideração os aspectos socioeconômicos, políticos, ambientais e éticos e suas relações com o desenvolvimento da região, uma vez que a não instalação da indústria pode ameaçar fontes de emprego e a renda dos moradores da região. Não esqueça de dizer quais as consequências socioambientais de sua decisão.

b) Argumentar contra a instalação da indústria. Nesse argumento, a equipe levará em consideração os aspectos socioeconômicos, políticos, ambientais e éticos, uma vez que a instalação da indústria pode ameaçar o bem-estar individual, social e ambiental na região. Não esqueça de dizer quais as consequências socioambientais de sua decisão.

Fonte: elaborado pelos autores

Apresentamos, abaixo, algumas questões orientadoras que podem ser discutidas em sala com os estudantes, a fim de explorar o tema e alcançar os objetivos propostos para a abordagem de ensino.

Q1- Qual a contribuição da atividade da pecuária, similar a da indústria alimentícia que deseja se instalar próximo à fazenda de João, para os problemas relacionados ao aquecimento global a nível local e mundial?

Q2- Quais os interesses econômicos e políticos envolvidos na implementação da indústria alimentícia na região onde João tem sua fazenda? Isso se reflete a nível mundial? Justifique.

Q3- Faça um quadro sistematizando os impactos (positivos e negativos) sociais e ambientais, culturais, econômicos e políticos decorrentes da instalação da indústria no município de João?

Q4- Quais as implicações éticas/morais defendidas por ativistas como Maria?

Q5- Você acha que há relação entre a pecuária e a exploração animal? Justifique sua resposta.

Q6- Qual o seu posicionamento acerca do sofrimento pelo qual passam os animais criados para consumo humano?

Q7- Quem são os envolvidos no caso? O que você levaria em consideração para tomar sua decisão: apenas o ser humano, apenas os seres humanos detentores de privilégios, os seres vivos de um modo geral, apenas os seres vivos sencientes ou o ecossistema como um todo? Justifique sua resposta.

Objetivos de Aprendizagem

Na figura 2 apresentamos os objetivos de aprendizagem que pretendemos alcançar com a discussão do caso.

Figura 2: objetivos de aprendizagem CPA

Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
<ul style="list-style-type: none">• Compreender a relação entre a pecuária e o aquecimento global.• Caracterizar tipos de criação animal para consumo humano.• Conhecer e compreender questões acerca da atividade pecuária, nas dimensões dos indivíduos envolvidos, das sociedades e dos ambientes.• Conhecer as implicações do consumo excessivo de carne para a saúde humana.• Compreender os impactos ambientais, sociais, culturais, econômicos e políticos relacionados com as atividades humanas.• Conhecer e compreender a relação que existe entre pecuária e sofrimento animal.• Conhecer e compreender valores morais e éticos que apoiam o ativismo.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar pesquisa bibliográfica visando obter conhecimento sobre o tema proposto para discussão pelo professor.• Expor, de forma clara, conteúdos estudados e pontos de vista.• Discutir acerca de questões ambientais e sociais relacionando com capitalismo, pecuária, ética ambiental e animal.• Construir quadros que sistematizem conhecimentos acerca de questões sociais, ambientais e de saúde.• Identificar o papel da mídia nas decisões e ações das pessoas.	<ul style="list-style-type: none">• Respeitar diferentes pontos de vista.• Propor seus próprios pontos de vista.• Posicionar-se acerca de atitudes e valores sociais e ambientais.• Colaborar nas discussões em grupo.• Escolher princípios que justifiquem valores morais para a ação.• Posicionar-se acerca de perspectivas de ontologia moral diante de questões sociocientíficas.

Fonte: elaborada pelos autores

No nosso trabalho, adotamos a tipologia dos conteúdos proposta por Zabala (1998) reorganizada em dimensões de conteúdos (CONRADO; NUNES-NETO, 2015; CONRADO; NUNES-NETO 2018).

Como trabalhar o caso na sala de aula

A abordagem de ensino foi construída para ser trabalhada em duas aulas de 50 min cada. Na primeira aula, sugerimos que os estudantes, em grupo, leiam, discutam e resolvam o caso. Acreditamos ser importante que os estudantes façam uma leitura prévia do caso como tarefa de casa, fazendo pesquisas de materiais que apoiem as discussões. Os estudantes devem ser orientados a conduzir pesquisas em fontes confiáveis. No processo de resolução do caso, sugerimos que o(a) professor(a) apoie os grupos, tirando dúvidas e esclarecendo conceitos, sem contudo tirar a autonomia dos estudantes ou interferir nos seus pontos de vista. No primeiro momento da segunda aula, sugerimos que os estudantes, em grupo, apresentem a resolução do caso. No segundo momento, sugerimos que o(a) professor(a) promova a sistematização da atividade, problematizando, relembrando conceitos e fazendo uma abordagem explícita sobre perspectivas de ontologia moral como antropocentrismo, antropocentrismo seletivo, senciocentrismo, biocentrismo e ecocentrismo (NUNES-NETO; CONRADO, 2021).

Considerações finais

Neste trabalho apresentamos, como resultado da primeira etapa de um estudo de desenvolvimento de inovação educacional, uma proposta de ensino contextualizada por CTSA, que pretende discutir a relação entre pecuária e aquecimento global e influenciar suas atitudes, de maneira informada, para a promoção de ações sociopolíticas que visem o bem-estar dos indivíduos, sociedades e ambientes. Acreditamos que a construção de um mundo melhor, pautado em justiça social e sustentabilidade ambiental, passa por uma educação básica que tenha como foco o letramento científico crítico, formando cidadãos que sejam capazes de refletir sobre os problemas sociais e empreender ações sobre elas, imbuídos de valores morais. Para tanto, defendemos um ensino baseado em QSC que tem se constituído em ferramenta importante para a construção de estratégias de ensino contextualizadas por uma abordagem CTSA.

A proposta de ensino apresentada pode ser aplicada no contexto da educação básica, por outros professores, desde que adaptada ao contexto de ensino, idealmente em caráter interdisciplinar e transdisciplinar.

Referências

- BENCZE, L.; ALSOP, S. **Ecojustice through responsibility science education**. Annual Conference of the Canadian Society for the Study of Education. Ottawa, ON, May 23- 26, p. 1-14, 2009.
- BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. Ética no ensino de ciências: o posicionamento de professores de ciências sobre eticidade durante a abordagem do tema transgênicos e suas implicações socioambientais. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.* (Belo Horizonte), Belo Horizonte , v. 16, n. 1, p. 189-211, Apr. 2014.
- CONRADO, D. M., NUNES-NETO, N. F. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. *Atas do XVI ENEC – Encontro Nacional de Educação em Ciências* Lisboa: APEDUC. pp. 432-435. 2015.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA**: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico. 2017. 2018 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.F. **Questões Sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018.

NUNES-NETO, N.; CONRADO, D.M. Ensinando Ética. **Educação em Revista** [online]. 2021, v. 37 [Acessado 25 Junho 2021] , e24578. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-469824578>>. Epub 17 Maio 2021. ISSN 1982-6621. <https://doi.org/10.1590/0102-469824578>.

SARMENTO, A. C. de H.; MUNIZ, C. R. R.; GUIMARÃES, A. P. M.; NUNES-NETO, N. Princípios de *design* para um ensino de Ciências contextualizado pelas relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente. **Educação e Fronteiras**, Dourados, v. 9, n. 25, p. 183-207, abr. 2019. ISSN 2237-258X. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/11101>>. Acesso em: 10 ago. 2020. doi:<https://doi.org/10.30612/eduf.v9i25.11101>.

GOODLAND, R.; ANHANG, J. **Livestock and climate change**. What if the key actors in climate change are cows, pigs and chickens? World Watch Institute. p. 10-19. 2009.

SHARMA, Ajay. Mudanças climáticas globais: o que a educação científica tem a ver com isso? **Science Education**, v. 21, p. 33–53, 2012. DOI 10.1007/s11191-011-9372-1

ZABALA, A. A. **Prática educativa**: Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.