Parte II – Propostas de ensino

Uso de agrotóxicos: uma questão sociocientífica para o ensino médio

Maria Aparecida da Silva Andrade
Nei Nunes-Neto
Rosiléia Oliveira de Almeida

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

ANDRADE, M.A.S., NUNES-NETO, N., and ALMEIDA, R.O. Uso de agrotóxicos: uma questão sociocientífica para o ensino médio. In: CONRADO, D.M., and NUNES-NETO, N. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 121-144. ISBN 978-85-232-2017-4.
<https://doi.org/10.7476/9788523220174.0006>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

PARTE II

**PROPOSTAS
DE ENSINO**

USO DE AGROTÓXICOS

UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA PARA O ENSINO MÉDIO

Maria Aparecida da Silva Andrade

Nei Nunes-Neto

Rosiléia Oliveira de Almeida

Introdução

Embora a indústria de agrotóxicos tenha surgido após a Primeira Guerra Mundial, seu uso foi difundido, nos Estados Unidos e na Europa, após a Segunda Guerra Mundial e, no Brasil, durante o período que ficou conhecido como o de modernização da agricultura nacional, situado entre 1945 e 1985. (LONDRES, 2011) Essa modernização da agricultura, chamada de “Revolução Verde”, trouxe uma série de mudanças no que se refere ao processo tradicional de trabalho na agricultura e no campo da produção. Diversas políticas foram implementadas em todo o mundo para expandir e assegurar este mercado. Segundo seus promotores, essa Revolução Verde seria fundamental para derrotar a fome que assolava boa parte da população mundial. Nesse processo, o que era produzido somente para a subsistência das famílias passou a ser produzido em larga escala para atender às necessidades de uma população crescente, assim como também a interesses comerciais de oligarquias político-econômicas. (LONDRES, 2011; PERES, 1999)

Segundo Londres (2011), várias medidas foram tomadas no cenário mundial, a fim de ajudar na modernização da agricultura, sendo que a Food and Agriculture Organiza-

tion of the United Nations¹ (FAO) e o Banco Mundial foram os maiores promotores da difusão do pacote tecnológico da Revolução Verde.

No Brasil, foram realizadas políticas de isenção fiscal e tributária às empresas multinacionais; houve também a criação, em 1965, do Sistema Nacional de Crédito Rural, que vinculava a obtenção de crédito agrícola à obrigatoriedade da compra de insumos químicos pelos agricultores. Outro elemento-chave foi a criação, em 1975, do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, no âmbito do II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), que proporcionou recursos financeiros para a criação de empresas nacionais e a instalação de subsidiárias de empresas transnacionais de insumos agrícolas no país. Um outro fator ainda a colaborar de forma marcante para a enorme disseminação da utilização dos agrotóxicos no Brasil foi o marco regulatório defasado e pouco rigoroso que vigorou até 1989 (quando foi aprovada a Lei nº 7.802), que facilitou, no país, o registro de centenas de substâncias tóxicas, muitas das quais já proibidas nos países desenvolvidos. (PELAEZ; TERRA; SILVA, 2009, p. 28)

Conforme Caporal e Azevedo (2011), o poder público brasileiro pouco incentiva ações contrárias ao uso dos agrotóxicos, uma vez que, ao aprovar o PND, estabeleceu-se a abertura do comércio brasileiro para o comércio internacional de agrotóxicos, o qual se mantém até os dias atuais. O crédito rural foi uma das ações da Revolução Verde efetivadas no Brasil, juntamente com a instalação de indústrias produtoras e importadoras de agrotóxicos, as quais buscavam, em conjunto, aumentar a produção agrícola através do uso de agroquímicos e da mecanização do campo. (LONDRES, 2011) Dessa forma, os impactos gerados pelo uso dos agrotóxicos seriam supostamente minimizados pela sua relevância para o crescimento da economia brasileira.

Os espaços escolar e acadêmico não são neutros, mas são locais em que se deve adotar um posicionamento crítico e político a favor da melhoria das condições de vida humana como um todo. (FOUREZ, 2008; FREIRE, 2001) Levando em conta os problemas socioambientais do uso dos agrotóxicos, consideramos relevante abordar esse tema no ensino de ciências, visando a melhoria da formação de cidadãos, no sentido de serem capazes de avaliar e tomar decisões sobre os agrotóxicos e suas consequências e de agir pelo que é certo, bom e justo para os seres humanos e a biosfera, além de pensar em alternativas que possam substituir esse modelo de produção de alimentos. (HODSON, 2011)

Aqui cabe notar a relevante contribuição da agroecologia, que, segundo diversos autores (ALTIERI; NICHOLLS, 2000; CAPORAL; AZEVEDO, 2012; CAPORAL; COSTABEBER, 2004), tem potencial para dar conta das necessidades alimentares em larga escala, sem prejudicar o meio ambiente. Assim, para Leff (2002) e Altieri e Nicholls (2000), a agroecologia poderá reverter a atual ordem mundial de produção através do manejo do solo pautado na valorização do saber tradicional, no cultivo sustentável, na

1 Órgão das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura.

interdisciplinaridade e numa postura filosófica em que a finalidade não é o lucro, mas a reprodução ecológico-cultural do ecossistema, respeitando, portanto, as necessidades e os limites de cada sistema. Nesse sentido, o enfoque agroecológico incorpora aspectos ecológicos, econômicos, sociais, culturais, políticos e éticos, que são negligenciados ou não devidamente considerados no modelo do agronegócio, em consonância com o uso de agrotóxicos. (CAPORAL; COSTABEBER, 2004)

Concordando com Altieri (2000) e Lacey (2012), também criticamos a biotecnologia, pois, diferentemente da abordagem agroecológica, ela apresenta uma perspectiva unidimensional que não inclui as dimensões éticas, sociais, ecológicas e culturais. Altieri (2000) e Lacey (2012) concordam que a agroecologia tem a função de otimizar a dinâmica complexa do ecossistema, respeitando as condições ambientais e evitando a degradação. Ainda nesse sentido, Altieri (2000) concorda com Lacey (2011), ao defender que os cientistas envolvidos na pesquisa tecnológica devem se preocupar com quem se beneficiará com sua atividade e reconhecer os aspectos políticos, inevitavelmente presentes quando se discutem questões científicas básicas.

Com base nesse contexto, este capítulo tem como objetivo apresentar uma questão sociocientífica sobre agrotóxicos, organizada em uma proposta de ensino, discutindo aspectos científicos, políticos, socioambientais, econômicos e de saúde pertinentes ao tema, bem como bases para sua aplicação no ensino de ciências. A nossa perspectiva visa aproximar os conteúdos vistos em sala de aula da realidade dos estudantes, potencializando processos de ensino e aprendizagem que estejam relacionados à elaboração de pensamento crítico, a uma formação sobre e para valores éticos e morais e, por fim, a tomadas de decisão individual e coletiva.

O texto possui a seguinte estrutura: na próxima seção, faremos algumas exposições básicas acerca do nosso objeto, os agrotóxicos, especialmente no que se refere a seus impactos socioambientais. Na seção três, discutiremos o tema agrotóxicos no contexto do ensino de ciências sob a perspectiva da educação sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Assim, com base nas seções prévias, na seção quatro, apresentamos uma proposta de ensino, baseada em uma Questão Sociocientífica (QSC) sobre o uso de agrotóxicos e seus efeitos socioambientais. Nessa seção, apresentaremos o caso, os conteúdos de aprendizagem, assim como uma sugestão de como aplicar a questão sociocientífica em sala de aula. Por fim, na seção cinco, lançaremos nossas considerações finais.

Uso de agrotóxicos e consequentes problemas socioambientais

O uso de agrotóxicos tem resultado em sérios problemas a indivíduos, sociedades e ambientes. Em particular, a ocorrência de doenças relacionadas ao uso dos agrotóxicos vem sendo apresentada como um problema de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento que possuem a sua economia baseada no agronegócio, como é o

caso do Brasil. (ARAÚJO et al., 2007) A mecanização do campo tem levado as pessoas para as cidades, causando inchaço dos grandes centros urbanos, além de desvalorização do campo e de quem nele trabalha. (SOUZA; ABRAHÃO, 2011) O agronegócio, modelo no qual a nossa agricultura está baseada, depende do monocultivo, de grandes latifúndios e de agrotóxicos, como afirma Camacho (2010), o que gera concentração de renda, dependência do uso do veneno, êxodo rural, insegurança alimentar e grandes lucros para as multinacionais produtoras de transgênicos e agrotóxicos.

Nesse sentido, ao saírem das suas comunidades ou ao aderirem a formas de produção baseadas no uso de agrotóxicos, trabalhadores rurais muitas vezes abandonam as suas raízes socioculturais para se adequar a este novo modelo de produção de alimentos no qual a ênfase está na produção em larga escala. (CAMACHO, 2010) Segundo Canclini (2004), a retirada de um indivíduo do seu espaço social é capaz de potencializar um estado de opressão e adversidade, por meio de mudanças nas formas de pertencimento e identificação, gerando ou amplificando situações de desigualdade e exclusão sociais. Ainda, quando é expropriado das suas terras, o agricultor se vê obrigado a ir para os grandes centros urbanos em busca de melhores condições de vida, o que pode causar inchaço populacional e condições de vulnerabilidade social (CAMACHO, 2010) Ainda, nesse sentido, ao longo dos anos, este processo poderá dar origem a um estado de homogeneização cultural. (HALL, 2000 apud FERIOTTI; CAMARGO, 2008)

A fim de superar as limitações do modelo do agronegócio, precisamos assumir um novo olhar sobre as tecnologias agrícolas. Segundo Altieri (2000), é necessário analisar o uso de tecnologias agrícolas de forma qualitativa, o que significa considerar não somente a produtividade ou o lucro, mas os desdobramentos socioambientais que o mesmo pode causar, tendo em vista aspectos éticos, sociais, políticos, ambientais e culturais.

Sob o modelo do agronegócio, a agricultura sofreu impactos diretos, pois o que era produzido somente para a subsistência das famílias passou a ser produzido em larga escala para atender às demandas comerciais da política capitalista e a um número de pessoas cada vez maior. (PERES, 1999) É notório o aumento da produtividade; todavia, a agricultura da perspectiva tecnocêntrica originada pela Revolução Verde foi concebida como um meio para reproduzir o capital, ao invés de colaborar para solucionar o problema da fome. (ANDRADES; GANIME, 2007) A Revolução Verde trouxe um conjunto de modificações que potencializaram a produção de alimentos para exportação e o surgimento de uma agricultura moderna ou capitalista, a qual envolve capital de várias origens, não só da agricultura, sustentando a atividade empresarial de grandes propriedades produtivas. A partir de 1980, estudiosos da área começaram a utilizar a expressão “agroindústria”, mostrando a integração da indústria com a agricultura, dada pelo uso de insumos e produtos. O grande aumento de produção de alimentos dessa época levou a se adotar a expressão “agronegócio”. (HEREDIA; PALMEIRA; LEITE, 2010)

Para Altieri (2000), a agricultura, antes de tudo, é um processo social, que valoriza o conhecimento camponês e afirma que estes devem estar envolvidos desde o início, tanto no desenvolvimento quanto na aplicação das tecnologias. Ao negligenciar tais conhecimentos, corre-se o risco de provocar sérios danos à saúde humana, decorrentes da inserção de tecnologias na agricultura, considerando somente o ponto de vista técnico, o que frequentemente está associado também aos interesses de pequenos grupos. Assim, o uso de agrotóxicos constitui também um perigo para a saúde do trabalhador da agricultura familiar, que tem menos acesso às informações disponíveis sobre saúde e segurança relacionadas ao uso de agrotóxicos na agricultura. (GREGOLIS; PINTO; PERES, 2012) Segundo Matos, Santana e Nobre (2002) e Trapé (2011), o uso dos agrotóxicos pode causar alterações no sistema circulatório e respiratório, com destaque para hipertensão, bronquite e asma. Entre as manifestações de intoxicação por agrotóxicos observadas em trabalhadores rurais, estão a diminuição das defesas imunológicas, a anemia, a impotência sexual masculina, a cefaleia, a insônia, a alterações da pressão arterial, a alterações do humor e os distúrbios comportamentais, como surtos psicóticos. Segundo Soares e Porto (2012), as intoxicações por agrotóxicos podem ser agudas, quando os efeitos surgem até o prazo de 24 horas, ou crônicas, quando os danos resultam da exposição contínua ao produto.

Os impactos ao meio ambiente também são relatados na literatura, sendo que os maiores prejudicados são os rios, o ar, a água e os solos, causando impactos ambientais relevantes para a manutenção dos ecossistemas. (LONDRES, 2011) Segundo Soares e Porto (2012), os agrotóxicos agem no ambiente de duas formas: acumulam-se na biota e contaminam água e solo, causando impacto na interação natural entre duas ou mais espécies. Soares e Porto (2012) afirmam que, se o uso do produto ocorrer em áreas próximas a nascentes, há um comprometimento da qualidade destas águas, podendo contaminar alimentos, além de torná-las impróprias para consumo humano. Ainda segundo estes autores, a contaminação do solo pode causar perda da sua fertilidade, gerando um círculo vicioso formado pelo aumento do uso de fertilizantes. Segundo Martin-Laurent e colaboradores (2012), o uso de agrotóxicos tem sido uma ameaça para a biodiversidade do solo. A fertilização do solo por insumos agrícolas pode aumentar os níveis de nitrogênio e fósforo depositados sobre terras agrícolas, que são transportados para a atmosfera ou lixiviados para as águas subterrâneas. (GREGOIRE et al., 2009 apud MARTIN-LAURENT et al., 2012)

O ar também é contaminado pelo uso dos agrotóxicos, cuja toxicidade pode ameaçar diversas espécies. Nesse sentido, a polinização de abelhas tem sido apontada como um alvo de contaminação pela pulverização aérea de agrotóxicos, causando forte preocupação dos estudiosos na área, uma vez que as abelhas são essenciais na produção de alimentos, além de cumprir o importante papel de manter o equilíbrio ecológico do ecossistema. (STEFFAN-DEWENTER; POTTS; PACKER, 2005)

O tema agrotóxicos no ensino de ciências sob a abordagem CTSA

Tradicionalmente, o ensino de ciências tem privilegiado o cientificismo, ao negar o papel e a importância da história e da filosofia, contribuindo para a construção de visões de ciência fragmentadas e acríticas. (GIL-PÉREZ et al., 2001; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007) Segundo Muenchen e Auler (2007), atualmente existe a necessidade de construção de currículos que considerem temas sociais marcados pela componente científico-tecnológica, tendo em vista a influência cultural da tecnologia na sociedade e os perigos que essa influência pode trazer para o ambiente e para a vida em sociedade. Apoiados em trabalhos existentes na literatura, introduzimos no ensino de ciências o tema agrotóxicos, o qual é de importância social, envolve opiniões controversas e é capaz de explicitar as relações entre CTSA.

Pensamos que, ao se ver como parte dos processos que envolvem as relações entre CTSA, o cidadão passe a se considerar responsável pela sua prática, frente a situações que envolvem seu cotidiano, por meio de um posicionamento crítico, superando visões pautadas no cientificismo e no determinismo tecnológico.² (CONRADO; EL-HANI, 2010)

Partir de um tema que favoreça uma abordagem que permita ao estudante desvendar estas nuances relacionadas a CTSA requer uma amplitude com relação à maneira com que o tema se relaciona com outros conhecimentos, por ter em sua própria natureza epistemológica relação com vários campos do saber.

O tema agrotóxicos, em nossa opinião, reflete estas características na medida que as premissas que explicam ou justificam seu uso apresentam as mais variadas raízes epistemológicas, já que envolve aspectos relacionados à sociedade, à economia, à política, ao ambiente, à ciência, à tecnologia, à ideologia, à ética e à moral. Ao introduzir esse tema no ensino de ciências, permite-se, em parte, superar a tendência predominante de enfocar a compreensão de conceitos, o que pode favorecer uma formação política, social e humana dos estudantes. (ANDRADE; RIBEIRO; TEIXEIRA, 2014; MENDES et al., 2013) Esse tema é constituído, em sua interdisciplinaridade, por aspectos éticos, morais, políticos, ideológicos, os quais permitem a formação de um espírito crítico por meio de uma QSC, permitindo a mobilização de atitudes e valores condizentes com a necessidade atual da sociedade de participação social e compreensão dos problemas trazidos pela ciência e pela tecnologia para a sociedade, contribuindo para a formação humanística e científica dos estudantes e professores. (HODSON, 2011; LACEY, 2010; SANTOS, 2009)

Em estudo realizado por Andrade, Ribeiro e Teixeira (2014), o tema agrotóxicos foi utilizado como gerador para o ensino sobre o corpo humano, relacionando-o com conteúdos socioambientais, políticos, econômicos, históricos e de saúde, permitindo uma abordagem crítica do corpo humano em seus aspectos socioambientais, em busca de

2 O mito do determinismo tecnológico tem como base a premissa de que o desenvolvimento tecnológico conduz ao desenvolvimento humano, acrescido da crença da autonomia da tecnologia sem a influência dos valores da sociedade. (SANTOS, 2007)

uma leitura crítica da sociedade. Além disso, a abordagem do tema permitiu o envolvimento dos estudantes na disciplina, uma vez que os agrotóxicos são frequentemente tratados nos meios de comunicação de massa, possibilitando a contextualização com o cotidiano dos estudantes. Segundo Dumrauf e Cordero (2013), o uso da temática agrotóxicos, para a promoção da saúde em comunidades campestres, possibilitou a problematização de aspectos sócio-históricos, econômicos, políticos, ambientais e de saúde, bem como a construção de processos reflexivos que permitissem a ação frente a problemáticas envolvendo o uso de agrotóxicos. Ainda nessa perspectiva, Ferraz e Brem (2007) utilizaram o tema agrotóxicos como gerador, buscando a construção de uma prática educativa contextualizada, por meio da abordagem dialógica de aspectos sócio-históricos, científicos, econômicos, argumentação e pensamento lógico matemático. Ainda nesse sentido, Broietti e colaboradores (2014), ao realizarem um trabalho no ensino de química, abordando o tema agrotóxicos, destacam a metodologia da horta orgânica como forma de incentivar os estudantes a buscar informações sobre o tema agrotóxicos e a agricultura orgânica, bem como a conscientização dos estudantes sobre os malefícios do consumo de agrotóxicos e os benefícios do consumo e cultivo orgânico. O tema agrotóxicos, ao ser colocado dentro de uma QSC, permite ao professor, do ponto de vista metodológico, inovar o seu ensino em uma perspectiva sociocultural, partir do cotidiano dos estudantes para permitir que eles se apropriem de forma crítica e significativa do conhecimento. Além disso, pode permitir aos estudantes compreender os problemas socioambientais e promover a participação ativa em sociedade, como sujeitos responsáveis e conscientes quanto ao seu papel de cidadão. (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015) Segundo Lopes e Carvalho (2013), o uso de QSC, a partir do tema agrotóxicos na perspectiva CTSA, constituiu-se um meio para a formação dos professores que envolveu a leitura de textos acadêmicos e outros documentos de interesse dos participantes. A QSC construída pôde ser abordada em variadas disciplinas sob enfoques diferenciados, ajudando os professores na prática da interdisciplinaridade e da autonomia frente ao currículo escolar.

Ao dar voz aos estudantes, no trabalho com QSC, na perspectiva CTSA, gera-se uma mudança no que se diz respeito ao papel do aluno e do professor em sala de aula, havendo a alternância de determinados papéis que podem contribuir para a formação de jovens questionadores e participativos. Do ponto de vista epistemológico, pode permitir a construção de conhecimentos socialmente orientados e válidos no âmbito científico e tecnológico. (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015)

Genovese e Pessoa (2013) afirmam que a utilização do tema agrotóxicos no ensino de ciências permitiu aos estudantes refletirem a respeito do papel da ciência e da tecnologia em nossa sociedade, corroborando com propostas curriculares para o ensino de ciências, sob a perspectiva do movimento/enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), por meio do estudo de QSC. As QSC, nesse sentido, têm o potencial de fazer com que o ensino de ciências cumpra o seu papel de formar cidadãos críticos, ativos e par-

ticipativos. A junção agrotóxicos, QSC e CTSA, além dos benefícios supracitados, pode aproximar os estudantes do conteúdo científico de maneira que o torne mais significativo e relevante. O trabalho colaborativo entre professor e pesquisador a partir de uma QSC sobre agrotóxicos no contexto CTSA possibilitou a mobilização de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais tanto pela professora colaboradora, quanto por professores que participaram da validação da pesquisa. (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015) Observou-se que os professores encontraram benefícios em realizar um ensino que abarque conteúdos atitudinais e conceituais, mas também encontraram barreiras didáticas e burocráticas na escola. (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015) Buffolo e Rodrigues (2015) apresentam as contribuições de uma sequência didática sobre agrotóxicos, afirmando que os resultados obtidos revelaram que o desenvolvimento da sequência didática ampliou a visão dos alunos a respeito das implicações sociais e ambientais provocadas pelo uso inadequado dos agrotóxicos, além de reflexões e maior compreensão sobre o tema, evidenciando a importância de introduzir questões socioambientais no ensino de química em uma perspectiva CTS.

Nesse contexto, acreditamos que a inserção do tema agrotóxicos no currículo de ciências pode permitir a formação de indivíduos com posicionamento crítico e responsabilidade social coletiva. Defendemos que, para que a sociedade chegue a este nível de entendimento sobre o tema, é imprescindível que a sala de aula seja um local onde estes problemas sejam tratados, sem dissociá-los da sua trama, levando em conta, portanto, seus aspectos científicos, socioambientais, políticos e humanísticos.

Assim, pretendemos que esta proposta de ensino com base em QSC possibilite a mobilização de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais com vistas à formação para a ação sociopolítica dos estudantes. A união entre CTSA e QSC no ensino de ciências, a fim de abordar o tema agrotóxicos, em nossa visão, vem se constituindo como um meio promissor de se alcançar objetivos que dialoguem com um ensino que se pretenda científico, humanístico, crítico e socialmente responsável, uma vez que esse tema é atual, controverso e capaz de mobilizar conhecimentos distintos, permitindo a realização de um ensino de ciências contextualizado e sociopoliticamente engajado. (HODSON, 2004; ZEIDLER; NICHOLS, 2009)

Uma QSC sobre o uso de agrotóxicos e seus efeitos socioambientais

A QSC “aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos” pode ser aplicada no ensino médio, regular ou profissionalizante, e no ensino fundamental, sendo necessário adaptá-la, tendo em vista os diferentes níveis de ensino e os objetivos estabelecidos pelo docente. Dentre as áreas de conhecimento que essa QSC mobiliza, destacamos: economia, política, ecologia, filosofia, história, biologia, química, sociologia, meio ambiente, geografia e saúde ambiental.

Quadro 1 – Caso sobre o uso de agrotóxicos³

Aspectos socioambientais do uso de agrotóxicos

Esta semana, nas proximidades do município de Cruz das Almas, Bahia, na comunidade rural de Sapezinho do Bom Gosto, João Batista, após sair da sua plantação no quintal da casa, sentiu-se mal. João Batista foi encontrado desmaiado pela sua esposa, Maria, e pelo seu filho mais velho, Felipe. Maria percebeu que, ao lado do seu marido, havia embalagens de veneno que de vez em quando ele utilizava na plantação – o glifosato Roundup. Após passar dois meses em coma, o agricultor apresentou problemas associados à fala e à locomoção, impossibilitando-o de trabalhar na plantação. Segundo Felipe, seu pai desmatou uma grande área de terra onde planta somente laranja e, a cada ano, vê o solo ficando mais pobre e precisando de adubos e agrotóxicos. Maria, que se vê em uma situação difícil, uma vez que não sabe como vai trabalhar sozinha na plantação, desabafa:

- Maria: *João vinha comprando os produtos na mão do vendedor desde 1990, porque se não comprasse não ganharia o dinheiro que o governo empresta para seguir com a lavoura e, em troca, ele ainda ganhava as sementes; além disso, os meninos ainda eram pequenos e não podiam ajudar João. Tem o Felipe, mas ele quer estudar na cidade.*
- Felipe: *meu pai aplicava o remédio sozinho. Não queria deixar de usar ele, porque conseguia dar conta da tarefa em pouco tempo. Além disso, não tem mais pessoas para fazer esse tipo de trabalho aqui na roça; os jovens estão indo procurar outras formas de viver na cidade.*
- Maria: *o homem do campo não tem mais valor. O trator e o remédio substituem nosso trabalho em dois tempos. Eu não sei o que fazer para continuar alimentando meus filhos. Cuidar da plantação é o único meio que a gente tinha para sobreviver.*
- Felipe: *mãe, o que vai ser de você e do meu irmão? Temos que voltar a produzir como antes, sem o veneno. Mas não se preocupa, estou entrando na faculdade e espero voltar com a solução para acabar com o uso desse tal de agrotóxico e saber por que ele é tão presente hoje na agricultura.*

Ao entrar em um curso de Agroecologia, Felipe começa a buscar informações e decide montar um grupo de estudos na associação da comunidade para compreender melhor o assunto, juntamente com os moradores locais, bem como com os jovens da escola. E as primeiras perguntas a serem levantadas foram: que fatores têm contribuído para o uso intensivo de agrotóxicos? Existem formas alternativas de combater pragas e doenças? O que podemos fazer para eliminar os agrotóxicos das plantações?

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Andrade e colaboradores (2016).

Tendo em vista os objetivos de aprendizagem (apresentados abaixo), elaboramos um conjunto de questões que poderão ser inseridas logo após a leitura do caso ou no decorrer da aplicação dessa QSC. Recomendamos que essas questões sejam discutidas em equipes, com elaboração de justificativas para cada resposta pelos estudantes. Outra maneira de discuti-las pode ser por meio do lançamento de questões para toda a classe, uma vez que o trabalho em grupo em todas as aulas pode causar desânimo entre os estudantes.⁴ Adicionalmente, questões como essas poderão orientar a construção de um pensamento crítico sobre o assunto e sobre as situações abordadas no caso, estimulando

3 O referido caso, bem como grande parte das questões sobre a QSC apresentados nesta seção, foram criados e desenvolvidos para a pesquisa de dissertação da primeira autora como parte de uma sequência didática para o ensino técnico profissionalizante. Resultados parciais dessa pesquisa podem ser encontrados em Andrade e colaboradores (2016). Para a dissertação da primeira autora, ver Andrade (2016).

4 Esta constatação foi realizada por Andrade, Almeida e Nunes-Neto (2015) em uma pesquisa com QSC, na qual a estratégia adotada de resolução de questões em grupo teve que ser substituída por outras estratégias que permitissem aos estudantes discutir coletivamente os problemas encontrados na resolução da QSC. Nesse sentido, a partir da segunda aula, alternamos a forma de resolução

a formação de cidadãos capazes de ações sociopolíticas, conforme Hodson (2011). Seguem, abaixo, algumas dessas questões, cuja ordem de apresentação pode ser adaptada a cada situação de ensino. (ANDRADE, 2016; ANDRADE et al., 2016)

- Q1. Esta situação é muito frequente onde você vive? Você já presenciou situações como essa?
- Q2. Qual é o nome mais apropriado para se referir aos agrotóxicos: veneno ou remédio? Por quê?
- Q3. Quais as razões para que agricultores como João Batista utilizem com frequência estes agrotóxicos?
- Q4. Quais são os possíveis benefícios e malefícios trazidos pelo uso dos agrotóxicos (para os diferentes atores sociais, outros animais e o ambiente, em geral)?
- Q5. Felipe, ingressando em um curso superior, conseguirá resolver o problema do seu pai João? Justifique.
- Q6. E se você fosse vizinho de João Batista, você continuaria a aplicar os agrotóxicos? Justifique.
- Q7. O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) poderia reduzir os prejuízos à saúde de João Batista? Há diferentes modos de exposição aos agrotóxicos?
- Q8. Quem sofre mais com o uso do veneno? Quem são os principais afetados?
- Q9. Você considera o uso indiscriminado de produtos que fazem mal ao ser humano, na produção de alimentos, um problema moral e ético?
- Q10. Quais as consequências das tecnologias trazidas pela Revolução Verde para a agricultura, a saúde e o meio ambiente?
- Q11. Qual é a classificação toxicológica do Roundup utilizado por João Batista e quais prejuízos ele pode causar para a saúde humana, a água e o solo?
- Q12. Quais os agrotóxicos mais utilizados e como atuam nos sistemas vivos?
- Q13. Como os agrotóxicos podem interferir nas cadeias alimentares?
- Q14. Qual a relação entre a monocultura e o uso de agrotóxicos?
- Q15. Quais as vantagens e desvantagens da monocultura?
- Q16. Você concorda com a ideia de que o uso de agrotóxicos é necessário para suprir a necessidade de alimentos da humanidade?
- Q17. Quais os responsáveis pela manutenção (e pelo aumento) do uso de agrotóxicos?

da QSC, lançando perguntas para toda a turma e discutindo-as em seguida, com formação de grupos, tendo em vista a manutenção do interesse dos estudantes pelo trabalho em sala de aula.

- Q18. Quais as políticas públicas no seu estado ou município sobre o uso de agrotóxicos?
- Q19. Se o uso de agrotóxicos já é consagrado na história da agricultura brasileira, essa é uma razão suficiente para a continuidade de seu uso?
- Q20. O que pode ser feito para a redução e a eliminação do uso destes produtos?
- Q21. Existem tecnologias e estratégias alternativas ao cultivo de alimentos com agrotóxicos?
- Q22. Quais as vantagens e desvantagens do cultivo sem agrotóxicos?
- Q23. Quais as principais controvérsias relacionadas à substituição do modelo de produção baseado no uso intensivo de agrotóxicos pelo modelo da agroecologia?
- Q24. O que sua equipe poderia fazer para ajudar famílias como a de João Batista para a redução ou a eliminação do uso de agrotóxicos em seu trabalho?
- Q25. O que significa o valor do homem do campo, segundo Maria?
- Q26. Poderíamos considerar o valor como sinônimo de valor econômico? Há valores não econômicos, como valores intrínsecos (por exemplo, da dignidade humana, dos outros animais etc.), sociais, culturais?
- Q27. Que ações cotidianas realizadas pelos integrantes de sua equipe podem agravar ou melhorar situações como a da família de João e Maria?
- Q28. O que você e seus colegas podem fazer para alertar sua família, sua comunidade e colegas da escola sobre os perigos do uso de agrotóxicos e seus desdobramentos socioambientais e ideológicos na sociedade e no meio ambiente?
- Q29. Você considera que as ações sociopolíticas que você (e sua equipe) imaginou ou realizou de fato são eficazes para uma solução adequada do problema? Caso não seja, que obstáculos ou dificuldades você (e sua equipe) visualiza?

Objetivos de aprendizagem

Conceituais

- Conhecer as relações de poder que estão por trás do uso do agrotóxico, visando compreender os mecanismos políticos e econômicos envolvidos (Q2; Q4; Q8; Q10; Q14; Q16; Q17; Q18; Q19; Q23).
- Identificar relações entre CTSA, a partir da análise de tecnologias adotadas no dia a dia e da avaliação de sua contribuição para o bem-estar social (Q1; Q4; Q5; Q8; Q10; Q11; Q13; Q15; Q16; Q21; Q23; Q25; Q26; Q28).

- Entender a interferência do uso dos agrotóxicos na teia alimentar, na qualidade da água e no solo, analisando os princípios ativos que causam contaminação, bem como as consequências para os ecossistemas (Q1; Q4; Q7; Q8; Q10; Q11; Q12; Q13; Q15; Q22).
- Apropriar-se de conceitos básicos em segurança do trabalho, a fim de conhecer meios de proteção que evitem a intoxicação aguda pelo produto e seus limites, tendo em vista a manutenção do veneno no ambiente (Q2; Q7; Q8; Q11; Q12; Q13; Q27; Q28).
- Construir conceitos básicos em agroecologia, como a definição de defensivos orgânicos, como eles funcionam e ainda quais as vantagens e desvantagens com relação aos defensivos sintéticos (Q2; Q4; Q8; Q12; Q14; Q18; Q20; Q21 a 25; Q27).
- Reconhecer mitos com relação a consumo *versus* produtividade com uso de agrotóxicos, visando promover alternativas de produção saudável de alimentos (Q1; Q2; Q3; Q15; Q16; Q17; Q19; Q23; Q22; Q27; Q28).
- Definir conceitos de praga, peste, erva-daninha, pesticida, herbicida, agrotóxico, toxina, biodiversidade e monocultura (Q1; Q2; Q11; Q13; Q14; Q20; Q21; Q22; Q23).
- Comparar significados atribuídos a sinônimos de agrotóxicos (Q1; Q2; Q4; Q7; Q9; Q10; Q11).

Procedimentais

- Identificar empresas que produzem agrotóxicos e ao mesmo tempo medicamentos, para que se consiga de maneira mais crítica visualizar as relações políticas e econômicas relacionadas ao uso do produto (Q9 a 12; Q17; Q14; Q28).
- Analisar o nível de toxicidade dos agrotóxicos mais utilizados na sua comunidade ou naquela mais próxima, avaliando os prejuízos que eles possam causar para a água, o solo e o ar, a fim de construir um panorama geral acerca do uso do produto e dos seus efeitos socioecológicos adversos (Q1; Q2; Q4; Q11; Q12; Q13; Q20; Q21; Q25).
- Desenvolver estratégias que possam dar visibilidade ao tema na comunidade (documento, carta, vídeo, manifesto etc.), chamando a atenção para o perigo do uso de agrotóxicos, o que permite traduzir suas aprendizagens conceituais sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente em ações de mobilização sociopolítica (Q22; Q24; Q25; Q27; Q28; Q29).
- Identificar EPI que são essenciais para diminuir a contaminação individual ou a intoxicação aguda, analisando até que ponto o uso do EPI pode proteger o indivíduo (Q7; Q8; Q11; Q12; Q13).

- Discutir com agricultores possibilidades de utilizar defensivos orgânicos no combate às pragas, permitindo a produção saudável de alimentos (Q20; Q21; Q22; Q23).
- Apresentar resultados das pesquisas realizadas, discutindo e posicionando-se sobre as controvérsias, oportunidades e os desafios envolvidos na proposta de substituição do modelo de produção com uso intensivo de agrotóxicos pelo modelo da agroecologia (Q3; Q4; Q9; Q16; Q19; Q20; Q22 a 26; Q28; Q29).

Atitudinais

- Ser responsável na tomada de decisão sobre o uso de determinados aparatos tecnológicos como agrotóxicos, transgênicos, tendo em vista valores morais condizentes com o bem-estar social e a sustentabilidade ambiental (Q9; Q10; Q12; Q13; Q20; Q21; Q25; Q26; Q28).
- Respeitar normas estabelecidas em coletivo nas discussões realizadas em sala de aula, como o tempo estabelecido para cada grupo ou atividade (Q1 a 29).
- Colaborar na troca de conhecimentos com todos nos debates entre equipes, discutindo contra-argumentos acerca do uso dos agrotóxicos e do impacto desta tecnologia na sociedade e no ambiente (Q1 a 29).
- Mostrar interesse e participação pela execução das tarefas em sala de aula (Q1 a 29).
- Respeitar opiniões contrárias à que defende e buscar estabelecer pontos de consensos entre elas para que se identifiquem as controvérsias existentes nos discursos que envolvem a prática do uso intensivo dos agrotóxicos, bem como nos discursos que apontam a agroecologia como a melhor solução (Q1 a 29).
- Ser responsável com os compromissos estabelecidos de forma a garantir o cumprimento das atividades em sala e de atividades que envolvam participação e ações práticas, como realização de palestra, elaboração de panfletos, realização de manifesto, caminhadas em prol de uma agricultura que leve em conta a saúde da população (Q3 a 29).
- Estar disposto a aprender (Q1 a 29).
- Respeitar as diferentes formas de conhecimento, considerando a pertinência destes na resolução de problemas encontrados no seu cotidiano, sobretudo aos problemas relacionados ao uso de agrotóxicos (Q1 a 29).
- Adotar um posicionamento crítico frente ao uso de agrotóxicos e seus desdobramentos socioambientais, de saúde e econômicos, pautando-se em valores que levem em conta o bem-estar social, a segurança alimentar e a saúde ambiental (Q1 a 29).

- Discutir e posicionar-se em relação aos valores econômicos e não econômicos, com ênfase nos valores morais e naqueles relativos à justiça social e à sustentabilidade ambiental (Q4; Q9; Q24; Q25; Q26; Q27; Q28).
- Realizar iniciativas de educação (fóruns de discussão, *workshops*, cartazes, panfletos informativos, *blogs*, campanhas em redes sociais), abordando aspectos socioambientais e políticos relacionados aos agrotóxicos, visando envolver outros cidadãos em ações sociopolíticas relacionadas ao tema (Q1 a 29).

Meios de aplicação da QSC e orientações teórico-metodológicas da SD⁵

Esta Sequência Didática (SD), incluindo o caso sobre a QSC, envolve ou pode envolver diferentes áreas, como economia, política, ecologia, filosofia, história, biologia, química, sociologia, meio ambiente, matemática, geografia, saúde ambiental. De modo geral, caberá ao professor escolher os objetivos de aprendizagem conceituais, procedimentais e atitudinais condizentes com os objetivos da disciplina e dos conteúdos que pretende ensinar. A SD também poderá ser desenvolvida de modo transversal, envolvendo duas ou mais disciplinas, com a definição dos objetivos de aprendizagem que cada uma delas irá contemplar. De fato, é importante levar em conta a interdisciplinaridade do tema, o que é compatível com a perspectiva pedagógica CTSA. Por exemplo, essa SD pode ser aplicada por diferentes professores de ensino médio ou superior, em colaboração, na escola ou na universidade. Professores de filosofia e biologia, por exemplo, podem colaborar, realizando uma discussão conjunta sobre as bases ideológicas da atual crise ambiental; ou ainda, professores de ecologia e de ciências sociais podem colaborar em discussões sobre valores, serviços ecossistêmicos e relações entre economia e natureza na contemporaneidade.

Para auxiliar na aplicação da SD, sugerimos utilizar o modelo das tipologias do conteúdo de Zabala (1998). Segundo este modelo, existem três tipos de conteúdo, que podemos também entender como dimensões (CONRADO; NUNES-NETO, 2015), que seriam: a dimensão Conceitual (C), que visa a desenvolver as competências do educando nas suas relações com símbolos, expressões, ideias, imagens, representações e nexos, com os quais ele aprende e ressignifica o real; a dimensão Procedimental (P), que inclui regras, técnicas, métodos, destrezas ou habilidades, estratégias e ações ordenadas, dirigidas à realização de um objetivo; e a dimensão Atitudinal (A), que se refere à formação de atitudes, valores e normas, visando à intervenção do aluno em sua realidade.

5 A SD, sobre a QSC proposta foi aplicada e foram avaliados os resultados alcançados (ANDRADE, 2016), sendo possível observar a mobilização de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e ações sociopolíticas diretas e indiretas. Além disso, houve aproximação do conteúdo estudado em sala de aula à realidade dos estudantes, de modo a contribuir para o reconhecimento, pelos estudantes, de relações entre CTSA, e para a análise de valores morais envolvidos na temática. (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015)

Assim, as QSC podem se constituir como veículos para a abordagem das dimensões Conceitual, Procedimental e Atitudinal (CPA) do conteúdo, uma vez que são interdisciplinares, envolvendo aspectos éticos, políticos, econômicos e culturais do conteúdo científico. (CONRADO; NUNES-NETO, 2015) A partir dessa estratégia, dimensões CPA do conteúdo científico poderão ser exploradas, possibilitando uma formação mais integral do cidadão e, conseqüentemente, um melhor preparo para ações sociopolíticas. (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015)

Fases propostas para a aplicação da SD

A apresentação desta sequência será realizada em etapas, sugerindo que cada etapa tenha a duração de duas horas-aula de 50 minutos cada.⁶ O tempo total de aplicação dependerá do contexto no qual a QSC será aplicada, considerando os aspectos epistemológicos, psicocognitivos, didáticos, ético-políticos e socioculturais e os objetivos de aprendizagem propostos pelo professor.

Nesse sentido, para o primeiro encontro, o professor poderá apresentar a sequência de atividades programadas, estabelecendo, se possível, *a priori* o tempo determinado para cada atividade. Sugerimos que isto seja feito no início de todos os encontros, pois esse procedimento permite que os estudantes fiquem cientes das atividades que serão realizadas naquele encontro. Feito isto, o professor poderá iniciar a SD com a leitura do caso, juntamente com os alunos, a fim de aproximá-los do problema socioambiental. Após essa leitura, sugerimos reservar um momento para ouvir os estudantes, a fim de acessar as impressões suscitadas pelo caso. Em seguida, poderão ser lançadas algumas questões iniciais sobre o tema (como algumas das que listamos acima), a fim de que os estudantes façam reflexões sobre os efeitos socioambientais da utilização dos agrotóxicos, observando as reações dos estudantes frente ao caso, bem como os seus conhecimentos prévios sobre o tema. Em seguida, o professor poderá promover uma discussão sobre as relações de poder que envolvem o uso de agrotóxicos, para que os estudantes compreendam os mecanismos políticos e econômicos que estão por trás do uso do produto; trabalhar o uso inadequado do termo “remédio” para se referir aos agrotóxicos, bem como os possíveis benefícios e malefícios no uso dos agrotóxicos, analisando se as vantagens superam as desvantagens, o uso do EPI e a circularidade do produto no ambiente, princípios de injustiça ambiental, discutindo os afetados e quem mais sofre com o uso das substâncias; analisar os valores éticos e

6 Validamos esta SD em parceria com pesquisadores e professores de ensino médio técnico e superior. Deste modo, o trabalho colaborativo para a construção da SD possibilitou: a formação de pesquisadores a respeito dos processos educativos; o compartilhamento de conhecimentos e experiências entre professores e pesquisadores; a aplicação da SD como um produto da interação entre necessidades, habilidades e atividades diversas dos meios acadêmico e escolar; e, ainda, a aproximação entre pesquisa acadêmica e implementação pedagógica de inovações educacionais no ensino de ciências. (ANDRADE, 2016)

morais por trás do uso do produto; e, ainda, solicitar que os estudantes se posicionem frente ao problema do uso, caso fossem agricultores. Para ajudar na discussão destes conteúdos, o professor poderá projetar reportagens ou levá-las impressas para que os alunos leiam e discutam, em atividades que podem ser desenvolvidas individualmente ou em grupos de discussão. Para que, no próximo encontro, a aula seja iniciada a partir do que os estudantes conhecem sobre o assunto, recomendamos que o professor solicite uma pesquisa individual sobre a importância dos agrotóxicos na produção de alimentos. Essa pesquisa poderá ser realizada também em pequenos grupos.

No segundo encontro, o professor poderá solicitar que os estudantes socializem os resultados da pesquisa, pedindo que se posicionem a favor ou contra os argumentos encontrados. Em seguida, ainda no segundo encontro, o professor poderá levar para a aula um texto ou matéria abordando a história do uso de agrotóxicos na agricultura, a fim de que os estudantes compreendam a partir de que argumentos os agrotóxicos se tornaram essenciais para a produção de alimentos, bem como os jogos de interesse envolvidos e em que momento sócio-histórico isto aconteceu. Espera-se que tal discussão permita aos estudantes compreender as contradições internas nos discursos que legitimam o uso de agrotóxicos como elemento necessário e inevitável, a fim de, supostamente, prover a humanidade com alimentos suficientes. Após a leitura do texto, os estudantes poderão responder algumas questões selecionadas sobre o caso e a QSC programadas para este encontro. Neste encontro, poderão ser discutidas as relações entre monocultura e uso de agrotóxicos, as vantagens e desvantagens da monocultura, entre outros assuntos. Vale ressaltar que esta atividade permitirá ainda aos estudantes o desenvolvimento de um pensamento crítico ao aprender a selecionar as informações, organizar, analisar, interpretar e defender argumentos e tomar atitudes frente situações complexas. Além disso, nesta atividade, os estudantes poderão pôr em prática a responsabilidade com os compromissos estabelecidos de forma a garantir o cumprimento das atividades em sala.

Para o terceiro encontro, o professor poderá solicitar aos estudantes que levem para a aula rótulos de embalagens de agrotóxicos para serem analisados, utilizando critérios como: níveis de toxicidade do agrotóxico, classificação toxicológica, EPI necessários para a aplicação, efeitos agudos e crônicos e as empresas que produzem estes agrotóxicos, intervalo de segurança para reentrada nas culturas, entre outros critérios possíveis. Em seguida, os estudantes resolverão questões da QSC pertinentes ao campo da saúde e poderão ler e discutir em sala uma ou mais reportagens sobre alguns efeitos dos agrotóxicos no corpo humano. Com estas atividades, o professor pode pôr em prática objetivos de ensino primordialmente procedimentais e atitudinais, a partir da classificação dos agrotóxicos e da leitura crítica das reportagens, percebendo a presença de incoerências entre a classificação dada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)⁷

7 Para mais informações, consulte: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>>.

e os efeitos efetivamente observados à saúde trazidos pelos agrotóxicos (a partir das pesquisas realizadas pelos estudantes). Além disso, os estudantes poderão identificar as empresas que produzem agrotóxicos e ao mesmo tempo medicamentos farmacêuticos, refletindo sobre interesses político-econômicos de tais empresas, em especial no que diz respeito a suas atuações nestes dois nichos de mercado (agricultura e fármacos para humanos). Ainda neste encontro, o professor poderá solicitar aos estudantes que pesquisem sobre casos de contaminação com agrotóxicos e procurem saber se em seu município existem políticas públicas contra o uso do produto e em que condições.

No quarto encontro, o professor poderá iniciar a aula com a socialização dos resultados da pesquisa solicitada na aula anterior. Em seguida, poderá realizar uma aula expositiva-dialogada sobre interferências do uso do agrotóxico na teia alimentar e os prejuízos à qualidade da água, analisando os princípios ativos que causam contaminação, as consequências desta para os seres vivos, além de discutir controvérsias, desafios e oportunidades para a substituição do modo de produção com uso de agrotóxicos por modos alternativos, como aqueles baseados na permacultura ou na agroecologia. Em paralelo, o professor poderá lançar outras questões da QSC relacionadas a estes conteúdos para ir discutindo ao longo da aula. Nesse sentido, neste encontro, poderão ser discutidos conceitos de teia alimentar e contaminação do solo e da água pelos agrotóxicos.

No quinto encontro, o professor poderá utilizar trechos do documentário de Silvio Tendler, *O veneno está na mesa II*.⁸ Em seguida, o professor poderá organizar a classe em grupos para discutir os aspectos que mais lhe chamaram a atenção no filme, chamando a atenção para questões centrais como: a chamada Revolução Verde, formas alternativas de cultivo sem agrotóxicos e prejuízos que esta tecnologia pode causar para a sociedade e o meio ambiente. É importante discutir, de forma ponderada e crítica, os benefícios e malefícios da ciência e da tecnologia nas sociedades e nos ambientes, a partir do tema agrotóxicos, permitindo aos estudantes analisarem as tecnologias apresentadas pelo mundo contemporâneo. Com isso, pode-se chamar a atenção dos estudantes para a necessidade de serem responsáveis na tomada de decisão frente ao uso de aparatos tecnológicos, tendo em vista valores éticos e morais condizentes com o bem-estar socioambiental e coletivo, bem como o respeito por opiniões contrárias às que defendem, buscando estabelecer pontos de consenso ou pelo menos, quando o consenso não for possível, clareza sobre os pontos de dissenso. Essa atividade permitirá aos estudantes compreender o modelo hegemônico presente na agricultura que não leva em conta o bem-estar social, mostrando que nem sempre ciência e tecnologia produzem bem-estar social, além de possibilitar que os estudantes compreendam que, como cidadãos, têm o direito e o dever de participar de decisões envolvendo ciência e tecnologia. Ainda, cabe notar que um recurso que pode ajudar na reflexão dos estudantes sobre valores morais

8 Para mais informações, acesse: <<https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>.

e éticos em sala de aula são as tirinhas, podendo ser utilizadas no decorrer das aulas, possibilitando que, de forma descontraída, lúdica, o professor discuta com os seus alunos os valores sobre o meio ambiente e a vida em sociedade. (LISBÔA, 2008; LISBÔA; JUNQUEIRA; DEL PINO, 2007)

Para o sexto encontro, o professor poderá iniciar a aula com a discussão de um texto ou história em quadrinhos sobre a história da agricultura, o surgimento da agroecologia, os jogos de interesses existentes no modelo baseado no uso intensivo de agrotóxicos, as vantagens de modelos sem agrotóxicos, como a agroecologia, ressaltando os aspectos políticos, econômicos, ideológicos e de saúde causados pelo modelo atual de produção de alimentos e comparando-o com o modelo de produção baseado no agronegócio. Histórias em quadrinhos têm sido utilizadas como ferramenta didática, à medida que contribuem para o tornar os textos mais acessíveis, facilitar a leitura, além de possibilitar o letramento científico no ensino de ciências. (MENDONÇA; OLIVEIRA; FRANCO, 2014) Os conteúdos atitudinais aqui desenvolvidos podem ser: a responsabilidade com a execução das atividades, o compromisso e a disposição para aprender, a construção de pensamento crítico referente aos conteúdos abordados, a mudança de posicionamento frente à temática agrotóxicos, a compreensão das relações de poder que envolvem a substituição do modelo baseado no agronegócio pela agroecologia e os jogos de interesse envolvidos no uso de agrotóxicos, bem como os aspectos éticos que envolvem a sua comercialização e utilização para a sociedade e o ambiente.

No próximo encontro, o professor poderá discutir conceitos básicos em agroecologia, como os de defensivos orgânicos, como eles funcionam e, ainda, qual é a sua vantagem com relação aos defensivos sintéticos, a partir de reportagens atuais sobre o tema, para que os estudantes conheçam alternativas de produção saudável de alimentos. Para realizar este objetivo, poderá ser realizado um dia de campo com agricultores locais, visando produzir defensivos orgânicos, com o objetivo de mostrar que existem formas alternativas de combater pragas, garantindo a produção saudável de alimentos. Nesta atividade, diversos conteúdos procedimentais podem ser desenvolvidos, como habilidades motoras para a produção dos defensivos orgânicos, assim como também de organização dos próprios estudantes em grupos. Ainda, diversos conteúdos atitudinais podem ser desenvolvidos, como, por exemplo, respeitar as diferentes formas de conhecimento, colaborar com os agricultores de uma perspectiva epistemológica multicultural, promovendo o diálogo entre conhecimentos científicos e tradicionais (isto significa, em grande medida, promover condições para – apesar das diferenças entre fundamentos epistemológicos distintos – um diálogo frutífero entre as diferentes formas de conhecimento, com vistas ao alcance de objetivos sociais compartilhados), valorizar o bem-estar de indivíduos, sociedades e ambiente, o que implica buscar maior justiça social e sustentabilidade ambiental, e por fim, gerar mu-

dança de atitude frente à problemática discutida, o que, a longo prazo, pode conduzir à formação de ativistas socioambientais.

Com estas atividades, do ponto de vista valorativo, pode ser mostrada aos alunos a importância de respeitar normas estabelecidas para a execução das atividades em sala de aula, como o tempo para apresentação de cada grupo ou a realização de cada atividade, além da importância de atitude colaborativa na troca de conhecimentos com todos os envolvidos na atividade.

Para o sétimo encontro, o professor poderá envolver os estudantes na execução de ações como produção de documento, construção de petição, diálogo com agricultores da feira local, produção de vídeo ou manifesto contra o uso de agrotóxicos, chamando a atenção para os perigos de tais substâncias, para que os estudantes possam colocar em prática os conteúdos conceituais adquiridos com o estudo dos impactos da ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente, questionando mitos com relação ao consumo *versus* produtividade. As atitudes que poderão ser desenvolvidas aqui seriam: a própria iniciativa em criar ações educacionais, abordando aspectos históricos, políticos, econômicos e sociais relacionados ao uso de agrotóxicos, bem como o envolvimento dos estudantes na realização das atividades e a mudança de seu comportamento frente à temática.

Pretendendo envolver toda a escola ou comunidade, pode ser realizado um dia de combate aos agrotóxicos, durante o qual podem ser realizadas iniciativas de educação (fóruns de discussão, *workshops*, construção de *blogs*, abordando aspectos socioambientais e políticos relacionados aos agrotóxicos; construção de cartazes e panfletos informativos; campanhas através de redes sociais como o Facebook ou o Twitter), envolvendo outros cidadãos com o objetivo de promover mudanças de comportamentos frente aos problemas socioambientais. Ainda, os estudantes podem ser orientados a apresentar as pesquisas realizadas em suas comunidades. A criação de petições em *sites* de ativismo pode ser um meio para a atuação sociopolítica dos estudantes.

A avaliação dos estudantes pode ser realizada qualitativamente, sobretudo para os conteúdos procedimentais e, mais ainda, para os atitudinais. Por exemplo, pode-se avaliar a participação e o envolvimento dos estudantes nas atividades e as discussões sobre as controvérsias sociocientíficas, entre outros aspectos. (REIS, 2014) Outra opção seria, ao final da aplicação da SD, solicitar aos estudantes que construam uma carta para agricultores, expondo os malefícios trazidos pelos agrotóxicos para a saúde e o meio ambiente.

Em suma, consideramos que esse tema tem extrema relevância para a formação de cidadãos, diante dos problemas socioambientais relacionados ao uso dos agrotóxicos e da necessidade de formar indivíduos capazes de participar ativamente da resolução desses problemas (ANDRADE; ALMEIDA; NUNES-NETO, 2015), no sentido de maior justiça social e sustentabilidade ambiental. (HODSON, 2013)

Considerações Finais

Apresentamos neste capítulo uma proposta de ensino baseada em QSC sobre agrotóxicos, discutindo brevemente aspectos políticos, socioambientais, econômicos e de saúde pertinentes ao tema, bem como algumas bases para sua aplicação no ensino de ciências. Desse modo, esta proposta poderá possibilitar a aproximação do conteúdo abordado em sala de aula à realidade dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de pensamento crítico sobre relações entre CTSA, análise de valores morais e éticos e ação sociopolítica.

A aplicação desta QSC pode ser realizada no contexto de uma SD, sendo que seu planejamento deve considerar a combinação mais precisa das questões acerca do caso com os objetivos de aprendizagem, de modo a potencializar o alcance dos objetivos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, cabe também avaliar a aplicação da QSC numa perspectiva de currículo CTSA, como explicitado por Hodson (2011), considerando: o reconhecimento das relações entre CTSA a respeito dos agrotóxicos e suas consequências; a aplicação destas relações em exemplos concretos do cotidiano relacionados ao tema; a avaliação e a tomada de decisão sobre o uso de agrotóxicos e de outras técnicas na agricultura, considerando seus aspectos éticos; a organização de ações sociopolíticas, visando melhoria das condições humanas e ambientais associadas à produção de alimentos.

Referências

- ALTIERI, M.; NICHOLS, C. I. Agricultura tradicional y conservación de la biodiversidad. In: ALTIERI, M.; NICHOLS, C. I. *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, D. F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, 2000. p. 181-192.
- ALTIERI, M. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000.
- ANDRADE, M. A. S. et al. Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. *Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental*, Rio Grande, v. 33, n. 1, p. 171-191, jan./abr., 2016.
- ANDRADE, M. A. S. *Construção e aplicação de uma sequência didática colaborativa a partir de uma questão sociocientífica sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA*. 2016. 230p. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2016.
- ANDRADE, M, A, S.; ALMEIDA, R. O.; NUNES-NETO, N, F. Questão sociocientífica sobre agrotóxicos na educação ciência-tecnologia-sociedade-ambiente: uma proposta didática visando a ação sociopolítica. In: ENCONTRO REGIONAL DE EDUCAÇÃO, MARXISMO E EMANCIPAÇÃO HUMANA, 6., 2015, Feira de Santana. *Anais...* Feira de Santana: UEFS, 2015. p. 41-46.

ANDRADE, M. A. S.; RIBEIRO, G.; TEIXEIRA, M. C. O uso de mapas conceituais em uma sequência didática sobre o corpo humano: contribuições ao processo de ensino e aprendizagem. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 1-14, 2014.

ANDRADES, T. O.; GANIME, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. *CES Revista*, Juiz de Fora, v. 21, p. 43-56, 2007.

ARAÚJO, A. J. et al. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano agrícola e pecuário Safra 2004/2005*. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/planos%20e%20programas/pap%202004%202005.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2016.

BROIETTI, F. C. D. et al. O uso de agrotóxicos *versus* o cultivo orgânico: uma proposta de ensino fundamentada na abordagem CTS. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4., 2012, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: UFPR, 2014. p. 1-12.

BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2015.

CAMACHO, R. S. Barbárie moderna do agronegócio-latifundiário exportador e suas implicações socioambientais. *Agrária*, São Paulo, n. 13, p. 169-195, 2010.

CANCLINI, N. G. Diferentes, desiguais o desconectados. *Revista CIDOB d'AfersInternacionals*, Barcelona, n. 66-67, p. 113-133, 2004.

CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. *Princípios e perspectivas da agroecologia*. Curitiba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – Educação à Distância, 2011.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia e extensão rural*: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. 2. ed. Porto Alegre: EMATER, 2004.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2., 2010, Paraná. *Anais...* Paraná: UTFPR, 2010. p. 1-14.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 16., 2015, Lisboa. *Anais...* Lisboa: ENEC, 2015. p. 432-435.

DUMRAUF, A.; CORDERO, S. ¿Qué futuro nos espera? abordaje de la temática “agrotóxicos” en una propuesta de promoción de la salud con comunidades campesinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 7., 2013, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

- FERIOTTI, M. L.; CAMARGO, D. M. P. Diversidade, educação, cultura e sustentabilidade: relacionando conceitos. *O Mundo da Saúde*, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 359-366, jul./set. 2008.
- FERRAZ, F. D.; BREMM, C. Tema gerador no ensino médio: agrotóxicos como possibilidade para uma prática educativa contextualizadora. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS 4., 2007, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABRAPEC, 2007. p. 123-131.
- FOUREZ, G. *Educar: docentes, alunos, escolas, éticas, sociedades*. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2008.
- FREIRE, P. *Política e educação: ensaios*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- GENOVESE, C. L. C. R.; PESSOA, J. M. Trabalhador rural, agrotóxicos e ensino de ciências: uma análise. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 9., 2013, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GREGOLIS, T. B. L.; PINTO, W. J.; PERES, F. Percepção de riscos do uso de agrotóxicos por trabalhadores da agricultura familiar do município de Rio Branco, AC. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 99-113, 2012.
- HEREDIA, B.; PALMEIRA, M.; LEITE, S. P. Sociedade e economia do “agronegócio” no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 11, n. 25, p. 159-196, 2010.
- HODSON, D. *Looking to the future: building a curriculum for social activism*. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.
- HODSON, D. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. *The Science Education Review*, Canadá, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.
- HODSON, D. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, Canadá, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013.
- LACEY, H. Valores e atividade científica 2. São Paulo: Associação Filosófica *Scientiae Studia*, São Paulo: Ed. 34, 2010.
- LACEY, H. A imparcialidade da ciência e as responsabilidades dos cientistas. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 487-500, 2011.
- LACEY, H. Pluralismo metodológico, incomensurabilidade e o *status* científico do conhecimento tradicional. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 425-53, 2012.
- LEFF, H. Agroecologia e saber ambiental. *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 36-51, 2002.
- LISBÔA, L. L. *História em quadrinhos como local de aprendizagem: saberes ambientais e a formação de sujeitos*. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LISBÔA, L. L.; JUNQUEIRA, H.; DEL PINO, J. C. A temática ambiental e seu potencial educativo nas histórias em quadrinhos de Mauricio de Sousa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., 2007, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2007. p. 208-218.

LONDRES, F. *Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida*. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. Agrotóxicos – toxidade *versus* custos: uma experiência de formação de professores com as questões sociocientíficas no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS- ENPEC, 9., 2013, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 123-133.

MARTIN-LAURENT, F. et al. Ecofun-Microbiodiv: An FP7 European project for developing and evaluating innovative tools for assessing the impact of pesticides on soil functional microbial diversity- towards new pesticide registration regulation? *Environmental Science Pollution Research*, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 1203-1205, 2013.

MATOS, G. B.; SANTANA, O. A. M.; NOBRE, L. C. C. Intoxicação por agrotóxico. In: BAHIA. Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde. Secretaria da Saúde do Estado. *Manual de normas e procedimentos técnicos para a vigilância da saúde do trabalhador*. Salvador, 2002. p. 249-280.

MENDES, A. M. V. et al. Elaboração de uma sequência didática fundamentada na perspectiva CTS para o estudo dos benefícios e malefícios oriundos do uso de agrotóxicos. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. *Anais...* Recife: UFRPE, 2013. p. 1-4.

MENDONÇA, M. R. S.; OLIVEIRA, L. G.; FRANCO, M. A. M. O uso de histórias em quadrinhos no ensino de ciências: perspectivas de letramento científico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4., 2014, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: UFOP, 2014. p. 234-254.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na educação de jovens e adultos. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007.

(O) VENENO está na mesa II. Direção: Sílvio Tandler. Intérpretes: Marcos Palmeira; Eduardo Tornaghi; Priscila Camargo; Augusto Madeira. Rio de Janeiro: Caliban, 2014. 1 DVD (70 min). son., color.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; SILVA, L. R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 14., 2009, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SBEP, 2009. p. 345-384.

PERES, F. *É veneno ou é remédio?* Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos. 1999. 163 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.

- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- REIS, P. Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-pluri/versidad*, Medellín, v. 14, n. 2, p. 16-26, 2014.
- SANTOS, W. L. P. dos. Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, Brasília, DF, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.
- SANTOS, W. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas cts em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, Campinas, v. 1, p. 1-12, nov. 2007. Edição especial.
- SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. Pesticide use and economic impactson health. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 209-217, 2012.
- SOUZA, P. F.; ABRAHÃO, C. M. S. O êxodo rural e expectativa de permanência no campo: a educação do campo e a sustentabilidade. *Revista Ruralidades*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2011.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; POTTS, S. G.; PACKER, L. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution*, Amsterdam, v. 20, n. 12, p. 651-652, 2005.
- TRAPÉ, D. Segurança no uso de agrotóxicos e efeitos na saúde de agricultores da região de Campinas. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 10-14, 2011.
- ZABALA, A. As sequências didáticas e as sequências de conteúdo. In: ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. São Paulo: Artmed, 1998. p. 233-314.
- ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, New York, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.