

AGROTÓXICOS: USÁ-LOS OU NÃO? UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

PESTICIDES: USE THEM OR NOT? A CASE STUDY IN TEACHING SCIENCE

Josyane Barros Abreu¹, Michelli Staudt¹, Elinete Oliveira Raposo Ribeiro², Nadia Magalhães da Silva Freitas^{3*}

¹Instituto de Ciências Biológicas - UFPA – Belém - PA

²Instituto de Educação Matemática e Científica - UFPA – Belém - PA

³Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciência e Matemáticas - UFPA – Belém - PA

Resumo: As sociedades têm sido confrontadas com questões que envolvem interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). É desejado que o cidadão participe da tomada de decisão diante de problemas que afligem a sociedade. Para tal, a formação científica necessita instrumentalizar o estudante para uma postura crítica e autônoma na sociedade. O trabalho objetivou apreender as possibilidades e os limites da abordagem de temas sociocientíficos, no contexto do método do estudo de caso no ensino, quanto à tomada de decisão relativa ao uso ou não de agrotóxicos. Assim, utilizamos o recurso da narrativa fictícia, cujos personagens enfrentavam dilemas em relação à questão posta. A pesquisa insere-se na modalidade qualitativa. A análise mostrou que a utilização do método do estudo de caso, no ensino de ciências, configurou-se como estratégia favorável à motivação, ao interesse, à aprendizagem e à autonomia dos alunos. Percebemos que os estudantes apresentaram argumentos que levaram em conta os aspectos econômicos, sociais e ambientais para solucionar o caso, perspectivas constitutivas da abordagem CTS e da Educação para a Sustentabilidade (EpS).

Palavras-chave: Agrotóxicos. Ensino de Ciências. Temas Sociocientíficos. Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Educação para a Sustentabilidade (EpS).

Abstract: The societies have been confronted with issues involving the interaction between Science, Technology and Society (STS). It is desired that the citizens participate in decision making about issues that afflict society. The scientific preparation need provide the student a critical and autonomy in society. The study aimed understand the possibilities and the limits of socioscientific issues in the context of the case study method in science education, and decision making relative the use of pesticides or not. We used the feature of the fictional narrative, whose persons face dilemmas in relation to the question posed. The research method was qualitative. The analysis showed that the use of case study method configured as a strategy conducive to motivation, interest, learning and students' autonomy. It was observed that the students presented arguments that took into account the economic, social and environmental aspects to resolve the case, constitutive elements of the STS and Education for Sustainability.

Keywords: Pesticides. Science education. Socioscientific issues. Science, Technology and Society (STS). Education for Sustainability (EFS).

* nadiamsf@yahoo.com.br

1. Introdução

A educação em ciências tem se preocupado com os múltiplos desafios que são colocados hoje para a sociedade. Em realidade, as sociedades têm sido confrontadas com questões que envolvem as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), as quais revelam implicações sociais, econômicas, ambientais, éticas, entre outras. No contexto de uma sociedade democrática, certamente, os cidadãos serão chamados à tomada de decisão (aqui entendida como um posicionamento consubstanciado sobre uma dada questão), por vezes, envolvendo temas controversos. É de fundamental importância que as pessoas possuam formação científica que as instrumentalizem para uma postura crítica e autônoma, além de realizar julgamentos e tomar decisões balizadas em critérios objetivos e passíveis de defesa.

Neste ponto, destacamos que os temas sociocientíficos inserem-se na perspectiva que discute as relações CTS, e estes têm sido tratados no âmbito das aulas de ciências, embora não com a frequência desejada, para tornar o espaço de sala de aula impregnado pelo protagonismo discente e diálogo coletivo (REIS, 1997; REIS, 2004; REIS 2005; NIELSEN, 2009; MORTIMER; SANTOS, 2009). As questões sociocientíficas constituem-se problemas reais, ou seja, estão inseridas no contexto de vida das pessoas. É neste ponto, que destacamos a abordagem de Figueiredo (2006, p. 5), a saber:

Só com uma metodologia ativa e práticas de sala de aula que promovam a discussão, o confronto com as pré-concepções, a reflexão sobre a sua adequação face às questões em causa e a, eventual, tomada de posições, poderemos ter uma abordagem eficaz dos assuntos relacionados com a sustentabilidade [...].

Várias controvérsias sociocientíficas estão presentes na sociedade atual, ratificando a necessidade do emprego, mais intenso, de estratégias metodológicas ativas no ensino de ciências. Então, como a escola poderá educar para a sustentabilidade, no sentido *lato*, se essas questões não adentram o espaço da sala de aula? Assim, temos a ressaltar que o método do estudo de caso, no ensino de ciências, favorece o envolvimento e a participação dos alunos, nas discussões, na busca de solução e na tomada de decisão (SÁ; QUEIROZ, 2010). Decerto, colaborando para a constituição de cenários democráticos no contexto da sala de aula. Nesse sentido, destacamos a relevância do tema *Agrotóxicos*, no ensino de ciências, por ser um tema do cotidiano dos alunos. Com a abordagem do tema, tem-se a “[...] oportunidade de desenvolver conteúdos científicos aliados a aspectos de cunho social, histórico, cultural, econômico e político” (FERNANDES; STUANI, 2015, p. 55). Além do mais, a abordagem do tema propicia discussões sobre a relação CTS e os pressupostos da sustentabilidade, enfatizando, neste caso, os propósitos da Educação para Sustentabilidade (EpS).

Foi na década de 1970, com a Revolução Verde, que o Brasil passou a experimentar novas técnicas aplicadas à agricultura, cujo objetivo era aperfeiçoar a prática desta atividade e, conseqüentemente, o crescimento da economia interna do País. Tais novidades tecnológicas eram baseadas no uso extensivo de agentes químicos, os quais são empregados até hoje no combate e no controle de diversos organismos – insetos, vírus, ervas daninhas, fungos etc. –

responsáveis por grandes prejuízos às plantações (MOREIRA, 2002; SOARES; PORTO, 2009; MORAES et al., 2011).

Nesse cenário, podemos referir que a transformação e o sucesso do campo agrícola trouxeram consigo problemas de âmbito social, já que essas novidades tecnológicas eram de difícil acesso, sem mencionar a necessária qualificação exigida para o seu manejo; inicialmente, e de um modo geral, houve a necessidade de importar mão de obra qualificada para atuar no lugar do trabalhador braçal, expulsando-o do campo. E, quando essa substituição não era possível, o agricultor, não qualificado, aplicava as novas técnicas e, por vezes, sem as precauções necessárias, resultando em acidentes como, por exemplo, a intoxicação, o que originava um novo e sério problema: o de saúde pública (MORAES et al., 2011). Ribas e Matsumura (2009, p. 155) corroboram tais ponderações, destacando que

É possível perceber que os efeitos provocados pela utilização, sem planejamento, de agrotóxicos, principalmente na agricultura é uma prática altamente impactante que gera problemas ambientais e de saúde pública, muitas vezes de forma irremediável.

Neste ponto, cabe ressaltar que no cenário Amazônico, a realidade não foi muito diferente. A região, no final dos anos setenta, do último século, com a criação da Zona Franca de Manaus, passa também a ser protagonista desse processo, o que, segundo Waichman (2008), foi possível devido ao incentivo dado pelo Estado, para o desenvolvimento de programas que visavam o aumento da produção agrícola, principalmente, em áreas de várzeas próximas de Manaus. Nessas áreas, de acordo com ainda com Waichman (2008), o cultivo de hortaliças foi o mais incentivado. E, pelo fato das hortaliças não estarem adaptadas às condições tropicais locais, as mesmas se mostraram susceptíveis a ataques de pragas (fungos, insetos etc.), necessitando, então, do uso intensivo de agrotóxicos.

Uma notícia veiculada no Jornal Estadão aponta liderança do Brasil como o maior mercado de agrotóxico do mundo (PACHECO, 2009). Tal afirmação é corroborada por Kugler (2012), quando afirma que, desde 2008, somos os maiores consumidores do mundo de insumos químicos, os quais são destinados à agricultura. Ainda hoje, o potencial agrícola do país é altamente dependente do uso de agrotóxicos, como expõe Carneiro et al. (2012) no dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO). Entretanto, são poucos os estudos que têm se debruçado na avaliação das consequências, resultantes do uso intensivo desses compostos químicos, nos campos social (a exemplo da saúde – tanto de quem aplica como de quem consome os alimentos), econômico, ambiental e ético, como podemos perceber na afirmação de Diego Gonzales, numa publicação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a saber:

O assessor regional de toxicologia da Organização Pan-Americana de Saúde, Diego Gonzales, admite que ainda hoje há poucos dados disponíveis sobre a exposição a agrotóxicos. A carência de dados significa que muitos problemas associados ao uso indiscriminado desses produtos podem acabar não sendo diagnosticados (AGÊNCIA, 2006 p. 361-362).

Diante dessa realidade, levar temas polêmicos para o contexto da sala de aula, como o uso ou não de agrotóxicos, é uma forma de favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos, na constituição do pensamento crítico e argumentação balizada para motivar a tomada de decisão. Nesse contexto, buscamos apreender os limites e as possibilidades da abordagem de temas sociocientíficos, no âmbito do método de estudo de caso, no ensino de ciências, especificamente no que diz respeito ao posicionamento dos estudantes ao tratar a seguinte questão: *Agrotóxicos: usá-los ou não?*

2.0 agrotóxico e suas implicações para o campo social (saúde), ambiental e econômico.

Observando o crescimento populacional, Malthus¹ publicou seu ensaio sobre a população, no qual desenvolveu a *Teoria Demográfica*, afirmando que o acelerado aumento do número de indivíduos no planeta cresceria seguindo um modelo de progressão geométrica; já, a disponibilidade de alimentos cresceria em ritmo de uma progressão aritmética. Tal fato, culminaria no evento de fome mundial, visto que no futuro as possibilidades de aumento da área cultivada estariam esgotadas, pois todos os continentes estariam completamente ocupados (MALTHUS, 1798).

A Revolução Agrícola veio por abaixo a Teoria Demográfica, posto que o êxito de tecnologias como os transgênicos e agrotóxicos proporcionariam uma produção mais eficiente, em termos quantitativos e qualitativos. Precisamente, ao exterminar pragas que dizimavam plantações, garantindo, assim, um maior aporte de alimento para fazer frente às necessidades alimentares da população. O uso de defensivos agrícolas permitiu não somente a produção em abundância de alimentos, mas também o custo reduzido destes, fazendo com que a população de baixa renda tivesse maior acesso aos alimentos (SOARES; PORTO, 2008).

Pela análise de Moreira (2002), nos países em desenvolvimento, tais tecnologias não vieram acompanhadas por programas de qualificação do trabalhador do campo, expondo as comunidades rurais a todo um conjunto de riscos ainda desconhecidos, originado pelo uso extensivo de uma diversidade de substâncias químicas perigosas. No contexto brasileiro, a política de estímulo de crédito agrícola financiava agricultores com empréstimos para a compra e o uso de insumos, o que contribuiu para o aparecimento dos primeiros casos de contaminação ambiental e problemas de saúde associados ao uso excessivo, desordenado e inadequado dos agrotóxicos, principalmente intoxicações de trabalhadores rurais, contaminações de solos e águas, além da constatação de resíduos químicos em alimentos cultivados com estes compostos (LIMA, 2008).

Os dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações Toxicológicas – SINITOX (FIOCRUZ, 2014) apresentam os agrotóxicos como um dos mais importantes fatores de risco

¹Thomas Robert Malthus (1766 -1834) - Economista britânico considerado o pai da demografia, qualidade conferida em reconhecimento por sua teoria para o controle do aumento populacional, conhecida como malthusianismo.

para a saúde da população brasileira, particularmente para a saúde de trabalhadores que manipulam estes produtos. Os dados desse sistema dão conta que para o período de 2009 a 2011, aproximadamente, 7.486 casos de intoxicação por agrotóxico foram registrados anualmente, sendo que destes, 163 casos evoluíram a óbito (FIOCRUZ, 2014). Por sua vez, o número de casos resultantes da exposição ocupacional é desconhecido, pois a maioria dos casos não é registrada por ocorrerem em áreas rurais, longe dos serviços de saúde, dificultando qualquer ação que vise o bem-estar do trabalhador rural (WAICHMAN, 2008).

Do ponto de vista ambiental, são inúmeras as consequências resultantes da aplicação desses produtos agroquímicos. Dentre elas, podemos destacar vários tipos de poluições, como por exemplo: do ar, decorrente das pulverizações, principalmente aquelas feitas por aviões; do solo, resultante da aplicação direta e incorreta nas lavouras; e da água, visto que esses compostos químicos podem alcançar lençóis freáticos e leitos de rios, com o auxílio da chuva (MOREIRA, 2002). Dessa forma, a alteração resultante nos ecossistemas pode afetar de forma negativa o equilíbrio dinâmico da biodiversidade local. Mesmo porque, o agente químico aplicado age tanto na população de pragas alvo como em outras espécies que vivem no mesmo ambiente. Entretanto, ainda nos dias atuais, temos afiliações à afirmativa de que o agricultor e a comunidade só têm a ganhar, pois o uso dos agrotóxicos se deve basicamente em virtude de três benefícios baseados no tripé da eficiência, a saber: o incremento da produção das safras, o aumento da qualidade da produção e a redução de gastos com mão de obra e energia no campo da agricultura (SOARES; PORTO, 2008). Podemos observar, portanto, a evocação da racionalidade econômica em detrimento da racionalidade socioambiental, esta última com forte preocupação com a dimensão humana, com todos os seus desdobramentos.

3. Controvérsias no ensino de ciências no contexto do estudo de caso

A discussão de temas sociocientíficos nas aulas de ciências colabora para efetivação de um ensino dinâmico, pois possibilita aos educandos participarem de forma ativa do processo educativo. Os temas sociocientíficos possibilitam inúmeras discussões, e quando abordam aspectos controversos exigem um posicionamento dos indivíduos envolvidos nas discussões. Essa participação é fundamental, pois como afirmam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 122),

[...] o aluno é, na verdade, o sujeito da sua aprendizagem; é quem realiza a ação, e não alguém que sofre ou recebe uma ação. Não há como ensinar alguém que não quer aprender, uma vez que a aprendizagem é um processo interno que ocorre como resultado da ação de um sujeito.

Como sujeito da sua aprendizagem, o aluno precisa ser estimulado a aprender autonomamente, e ao professor cabe propor estratégias de ensino que viabilizem este processo. A perspectiva é romper com a imagem de um ensino de ciências “[...] abstrato, quantitativo, rigoroso, que suscita no dia-a-dia da sala de aula, um caráter demasiadamente acadêmico e distante das experiências dos alunos [...]” (PINHEIRO; MATOS; BAZZO, 2007, p. 151), características, estas, que dificultam a percepção da importância do conhecimento científico.

Ultimamente, os temas sociocientíficos, em especial os que apresentam aspectos controversos, isto é, aqueles que suscitam o surgimento de opiniões divergentes, estão ganhando espaço nas aulas de ciências, pois são considerados extremamente úteis para a aprendizagem dos conteúdos. Além disso, esses temas propiciam uma visão mais ampla dos conhecimentos científicos, oportunizando aos educandos uma melhor compreensão acerca da ciência e da tecnologia e suas implicações na sociedade, em interação com as questões relacionada à sustentabilidade.

Concordamos com Reis (2007, p. 127), quando destaca que a “[...] preparação dos alunos para a participação em processos avaliativos e decisórios sobre controvérsia socioambientais ou sociocientíficas não é uma tarefa simples”. Certamente porque, nos casos em que existem controvérsias, os indivíduos precisam se posicionar diante das questões apresentadas e, para que isso ocorra, precisam construir argumentos com base no conhecimento científico que está em pauta na discussão. Para tanto, é de fundamental importância que os professores possibilitem aos estudantes a realização de pesquisas e discussões entre seus pares, para em seguida apresentar seus argumentos. O desafio é grande, porém necessário, uma vez que

[...] numa sociedade democrática, a avaliação pública da Ciência depende de indivíduos capazes de reconhecerem o que está em causa numa controvérsia científica, de alcançarem uma opinião informada e de participarem em discussões, debates e processos de tomada de decisão (REIS, 2001, p. 367).

É importante destacar que o objetivo da introdução de temas sociocientíficos, em especial os que envolvem aspectos controversos, nas aulas de ciências, não tem como finalidade apenas direcionar os alunos para a tomada de decisão, mas também visa possibilitar reflexões sobre as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade. Mesmo porque,

[...] numa sociedade científica e tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania e a democracia só serão possíveis através de uma compreensão do empreendimento científico e das suas interações com a tecnologia e a sociedade que permita, a qualquer cidadão, reconhecer o que está em jogo numa disputa sócio-científica, alcançar uma perspectiva fundamentada, e participar em discussões, debates e processos decisórios (REIS; GALVÃO, 2005, p. 133).

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), é fundamental trazer o mundo externo para dentro da escola, possibilitando o acesso a novas formas de compreendê-lo, apresentando temas significativos e tornando a aprendizagem uma conquista pessoal e coletiva para uma vida melhor. Nesse sentido, as metodologias de ensino ativas, centradas no aluno, proporcionam uma formação mais integral, compatível com a perspectiva de formação cidadã, como preconizam Santos e Schnetzler (2010). Assim, o método do estudo de caso acolhe as expectativas almejadas para o ensino de ciências na sociedade atual, em virtude de possibilitar ao estudante “[...] direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 12). Nesse contexto, o professor tem a importante função de orientador da

aprendizagem, ou seja, norteia quanto à qualidade das informações buscadas pelo grupo e media a tomada de decisão.

Para o desenvolvimento do método, utilizam-se narrativas que apresentam dilemas do cotidiano, os chamados casos, que necessitam um posicionamento crítico dos estudantes, baseado em argumentos fundamentados para, assim, orientar a tomada de decisão. Uma das principais características desse método é o aprendizado autodirigido, permitindo que o aluno seja responsável pelo seu próprio aprendizado; além disso, o método também favorece o trabalho em grupo e a integração dos conhecimentos (SÁ; QUEIROZ, 2010). Acreditamos, que a popularização do método de estudo de caso, no ensino de ciências, favoreça o aprendizado dos alunos de forma mais prazerosa e significativa, proporcionando a formação de cidadãos comprometidos com a sociedade, aptos a se posicionar criticamente diante da necessidade de decisões coletivas e dispostos a buscar a tão almejada sustentabilidade.

4. Caminhos da Pesquisa

A pesquisa ora apresentada enquadra-se na modalidade qualitativa. Destacamos que a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de percepções, significados, crenças, valores e atitudes (DELANDES, 2004). Nesse âmbito, o trabalho configura-se como de pesquisa-ação, nos termos de Barbier (2007). Cabe lembrar, que não se trata de uma mera intervenção, mesmo porque buscaremos a constituição dos dados de pesquisa. Na realidade, configura-se como uma experimentação social, não no sentido da experimentação científica, mas, sim, no sentido de uma vivência, impregnada por reflexões e análises empreendidas sobre a ação, no que tange à questão posta, ou seja, Agrotóxicos: usá-los ou não?

A pesquisa se deu no âmbito do módulo “Relações entre Ciência, Sociedade e Cidadania I”, junto a seis alunos do Curso de Licenciatura Integrada em Educação em Ciências, Matemática e Linguagens, do Instituto de Educação Matemática e Científica, da Universidade Federal do Pará. Na elaboração do estudo de caso utilizamos o recurso da narrativa fictícia, contudo verossímil, cujos personagens enfrentavam dilemas e precisavam decidir em relação à questão estabelecida. A narrativa do caso foi apresentada em três momentos e, em cada um deles, os alunos foram estimulados a compreender as circunstâncias, os fatos, os valores e os contextos que permeavam a situação-problema, a partir das questões norteadoras.

O primeiro momento intitulado *A reunião* descreve o encontro inicial, do recém criado Fórum de Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável (Fórum DLIS), do município de Maravilha (nome fictício), do estado do Pará. Na *reunião* havia representantes de diversos setores da sociedade (comunidade, produtores agrícolas, empresas, governo e uma Organização Não-Governamental – ONG). A pauta única da *reunião* tratava da decisão a ser tomada quanto ao uso de agrotóxicos, para combater o fungo da antracnose – *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) – o qual vinha afetando as pupunheiras – *Bactris gasipaes* (Kunth) – do município. A narrativa apresentava questões que buscavam fundamentar a decisão, quais sejam: o que é um agrotóxico? Existem diferentes tipos? Se esse for o caso, como se caracterizam? Como atuam? Que prováveis interesses representam cada um dos participantes da reunião?

O momento seguinte, *A polêmica*, apresenta o posicionamento dos vários grupos de interesse para a solução do caso. Os agricultores eram favoráveis ao uso de agrotóxicos por temerem que o fungo da antracnose contaminasse suas pupunheiras. Outros grupos mostravam-se preocupados com a contaminação do solo, dos rios e dos lagos e, portanto, assumiam a posição desfavorável ao uso de agrotóxicos. O Secretário de Desenvolvimento de Maravilha era favorável ao uso dos agrotóxicos, pois acreditava ser importante para o desenvolvimento local. Por outro lado, a Secretária de Saúde e o Secretário de Meio Ambiente mostravam-se desfavoráveis ao uso de agrotóxicos, considerando as implicações ambientais e para a saúde humana do seu uso. As opiniões pareciam equilibradas e o Presidente do Fórum de DLIS, Sr. Carlos Alberto, percebeu que seu voto definiria a questão. As questões norteadoras assim se configuraram: quais são os benefícios/ganhos do uso de agrotóxicos, no que tange aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, entre outros? Quais são os malefícios/benefícios do uso de agrotóxicos, no que se refere aos aspectos sociais, econômicos, ambientais, entre outros?

O terceiro e último momento, *A decisão*, tratava da solução do caso, propriamente dita, seguida das questões para a tomada de decisão, quais sejam: considerando os aspectos econômicos, sociais, ambientais e políticos, entre outros, como a decisão de proibir/liberar o uso de agrotóxicos poderia afetar o município de Maravilha, os municípios adjacentes e o estado como um todo (considere aqui as implicações da decisão no cotidiano das pessoas envolvidas – munícipes de Maravilha e de outras localidades)? Em sua opinião, qual deveria ser o posicionamento do Sr. Carlos Alberto, Presidente do Fórum de DLIS, em relação ao uso ou não de agrotóxicos? Justifique sua resposta. No caso de proibição do uso de agrotóxicos, qual(is) seria(m) a(s) alternativa(s) existente (s) para resolver o problema de contaminação das pupunheiras pelo fungo da antracnose? No caso da liberação do uso de agrotóxicos, quais são as medidas a serem adotadas para o manejo correto e seguro dos agrotóxicos?

No desenvolvimento do estudo de caso, buscamos apreender os limites e as possibilidades da abordagem do tema *Agrotóxico* e, principalmente, do próprio método, mediante acompanhamento dos vários momentos. A constituição dos dados se deu mediante observação sistemática dos alunos, nas discussões processadas, no atendimento das tarefas solicitadas, na produção do diário das atividades e na solução do caso. Para este trabalho, ocupamo-nos em analisar, nos vários instrumentos de recolha de dados, os argumentos apresentados e sua pertinência, a partir da triangulação dos dados, especificamente no que se refere à tomada de decisão, ou seja, o uso ou não de agrotóxicos. Adotamos a metodologia de análise utilizada em pesquisas de Etnociências, para a construção da “Matriz de Cognição Comparada”, como as de Barbosa (2006), Caló (2007), Marques (2001), Martins (2008) e Rodrigues (2008). Para tal, no âmbito do nosso trabalho, trechos das respostas e considerações dos alunos (interloquções empíricas – Grupos 1 e 2) foram comparados com citações constantes da literatura pertinente à área (interloquções teóricas – Apoio aos Grupos). Em ambos os casos, os trechos significativos foram destacados em negrito na apresentação dos resultados.

5. Agrotóxicos: usá-los ou não?

Considerando os vários instrumentos analisados, procuramos inicialmente enfatizar a percepção dos estudantes quanto aos benefícios e/ou malefícios do uso de agrotóxicos. Também, destacamos o posicionamento apresentado por eles quanto à solução do caso, no que se refere à liberação ou não o uso dos agrotóxicos, no município de Maravilha. Destacamos, ainda, os vários aspectos que eles apontam como relacionados ao uso dos agrotóxicos.

Os estudantes elencaram vários benefícios para o uso dos agrotóxicos, a saber:

Grupo 1: [...] consistem no fator de **controle das pragas** e, conseqüentemente, no **aumento da produção** [...]. Desta forma, **mais renda** é gerada e, assim, **a economia também [acaba] sendo alavancada** [...] **os alimentos tornam-se competitivos**, possibilitando que **pessoas de baixa renda possam consumir** esses alimentos;

Grupo 2: **Aumenta a provisão alimentar, combate as pragas** que causam danos às plantações, **aumenta a economia do país**, uma vez que estas químicas são consumidas em grande escala;

Apoio G1 e G2: Os agrotóxicos trouxeram inúmeros benefícios à atividade agrícola, **umentando a produtividade e, como consequência, a oferta mundial de alimentos** [...] em adição a seus efeitos no **combate às pragas, o aumento de tecnologia e renda dos agricultores** contribuiu para que as vendas dos defensivos aumentassem [...] **existem argumentos afirmando que sem o uso de pesticidas** [...] **perdas [na agricultura] seriam muito maiores e os preços dos alimentos poderiam crescer** (SOARES; PORTO, 2008, p. 4).

Os benefícios elencados pelos estudantes, quanto ao uso dos agrotóxicos, refletem o reconhecimento da importância destes produtos para a economia nacional, visto que é preciso garantir a competitividade da produção agrícola no mercado internacional, além de garantir o acesso aos produtos agrícolas para as famílias de baixa renda. Contudo, é preciso lembrar que é necessário proteger o ambiente e a saúde humana para que a produção agrícola pautar-se pelo pressuposto da sustentabilidade.

Quanto aos malefícios, os estudantes alegam que esses produtos podem provocar diversos danos ambientais e a saúde, como por exemplo:

Grupo 1: Os malefícios estão **na contaminação do solo e dos lençóis freáticos**; estão relacionados à **contaminação dos agricultores que manipulam** essas químicas; à **contaminação do próprio alimento** por má utilização da química;

Apoio G1: [...] **o uso de agrotóxicos em hortaliças, especialmente de fungicidas, expõe de forma perigosa e frequente o consumidor, o ambiente e os trabalhadores à contaminação** química (ALMEIDA et al., 2009, p. 97);

Grupo 2: Os agrotóxicos **podem agir de forma gradual no meio ambiente, prejudicando o lençol freático, mananciais** [...] **também podem agir em longo prazo no organismo humano de forma danosa lhe causando patologias**;

Apoio G2: [...] **o risco** dessas irregularidades **para a saúde humana não é imediato**, mas os **danos causados pelo consumo de produtos com agrotóxicos em longo prazo** precisam ser levados em consideração (AGÊNCIA, 2006, p. 361).

Nessa discussão, temos a considerar que os estudantes apresentaram opiniões compatíveis com a literatura. Entretanto, cabe destacar que os malefícios arrolados por eles não estão restritos aos danos ao ambiente, pois ficou evidente a preocupação com a saúde humana dos consumidores e dos trabalhadores do campo.

Quanto à tomada de decisão, ou seja, liberar ou não o uso de agrotóxicos, os alunos apresentaram argumentos fundamentados em aspectos para além do técnico-científico, como podemos perceber nos fragmentos a seguir:

Grupo 1: [...] **decidimos que o senhor Carlos Alberto deveria aceitar o uso do agrotóxico**, levando em consideração que **o município de Maravilha e sua população, que é pequena, sobrevivem da agricultura como única fonte de renda do local. A sua proibição acarretaria prejuízo para as famílias** que tem como única fonte de renda a agricultura;

Grupo 2: **Levando em consideração que a cidade depende economicamente do cultivo das pupunheiras, o posicionamento do Sr. Carlos Alberto deve ser a favor da liberação dos agrotóxicos;**

Apoio G1 e G2: [...] **a dimensão econômica não se sobrepõe e está intrinsecamente vinculada às dimensões sociais, ambientais, culturais e políticas** (FRANÇA; VAZ; SILVA, 2002, p.5);

Apoio G1 e G2: [...] entende-se a **sustentabilidade econômica como a organização da vida material**, o que certamente **propicia a sustentabilidade social** (FREITAS, 2008, p. 160);

Apoio G1 e G2: [...] **muito mais realista [é] mobilizar a comunidade em torno de sua sobrevivência material** (DEMO, 2001, p. 90).

Ao trazer os autores supracitados, avaliamos que embora a dimensão econômica do desenvolvimento local não se configure como a única, valorizar as economias tradicionais, como fizeram os alunos, pressupõe contribuir para a inserção econômica das pessoas. Ademais, o aspecto econômico é uma condição necessária, pois é muito difícil redistribuir bens e renda numa economia estagnada (SACHS, 2001).

Ainda, na solução do problema, destacamos que os alunos se mostraram a favor da liberação do uso de agrotóxicos, desde que os agricultores adotassem algumas orientações. Em realidade, a perspectiva seria garantir que o manejo desses produtos fosse feito de forma correta e segura. Nesse sentido, destacamos as condições apresentadas por cada grupo para a liberação do uso dos agrotóxicos.

Grupo 1: [...] que o Sr. Carlos Alberto, entre em contato com os órgãos que tratam da agricultura no estado [Pará]. E, por meio desses, **conseguir um engenheiro agrônomo que ensine os agricultores a manipular de forma adequada os agrotóxicos;**

Grupo 2: [Obter] **licença para o uso de agrotóxicos**; os agricultores devem **receber uma assistência técnica especializada de atenção ao trabalhador; instruções para a devida utilização dos agrotóxicos, [...] [também do descarte] de embalagens e resíduos adequadamente;**

Apoio G1 e G2: **A falta de orientação adequada também acaba deixando os agricultores menores em uma situação de maior exposição ao risco. Além de trazer problemas para a saúde do trabalhador rural, a falta de instrução correta pode gerar reflexos na mesa do consumidor** (ANVISA, 2006, p. 362);

Apoio G1 e G2: **A falta de treinamento e de conhecimento dos perigos dos pesticidas contribui para uma manipulação descuidada durante preparação, aplicação e disposição das embalagens vazias, a qual a maioria das vezes é realizada nos corpos d'água próximos das áreas de plantio ou na floresta** (WAICHMAN, 2008, p. 2);

De fato, as condições “impostas” pelos alunos para a liberação dos agrotóxicos procedem. Podemos avaliar que para os alunos, não basta liberar o uso dos agrotóxicos, mas também é necessário garantir que os produtos químicos sejam utilizados de forma adequada. Porquanto,

A fiscalização de todo o ciclo de vida destes produtos, desde as matérias-primas até o descarte, poderiam reduzir os impactos ambientais e, se conduzidas de forma segura, também os problemas relacionados à contaminação humana (trabalhadores da produção, trabalhadores rurais e consumidores) (RIBAS; MATSUMURA, 2009, p.155).

Vale destacar que a Lei Federal 9.974, de 06 de junho de 2000, no seu Art. 6º, parágrafo único, trata dessa questão, nos seguintes termos:

A empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, implementarão com o Poder Público, programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à devolução das embalagens vazias por parte dos usuários, no prazo de cento e oitenta dias contado da publicação desta Lei (BRASIL, 2000).

As ponderações apresentadas pelos estudantes revelam à preocupação com o bem-estar social, pois consideraram que a solução do caso não estava simplesmente em liberar ou proibir o uso dos agrotóxicos, sem outros desdobramentos. Isso porque, temos a conjugação de vários fatores ligados à decisão dos alunos, chegando à compreensão de que é necessário investimento em educação para diminuir o mau uso dos agrotóxicos, assim como a fiscalização para supervisionar o cumprimento dos padrões de segurança.

Embora tenham sido favoráveis à liberação do uso de agrotóxicos, os estudantes apresentam inquietações com as questões ambientais, como podemos perceber no exemplo a seguir:

Grupo 1: [...] **afetaria todos os envolvidos, desde as plantações**, que iriam ter grande teor de química em seu fruto, **o solo** pelo fato deste componente químico se espalhar para outro lugar contaminado **os lençóis freáticos** e [rios] ocasionando a **morte de espécies aquáticas**. Tanto **os consumidores como os manipuladores desse produto também teriam graves consequências**; os consumidores pelo o fato de consumirem

esse produto sem ter os devidos cuidados para retirar o excesso da química, os agricultores pelo fato de manipular de forma inadequada o produto tóxico;

Apoio G1: Dentre todos os casos de impactos sobre organismos específicos [quanto ao uso de agrotóxico], os **seres humanos são os mais afetados, pois a contaminação de águas e solo**, bem como o **impacto direto na biodiversidade** interfere diretamente na qualidade de vida humana (RIBAS; MATSUMURA, 2009, p. 153).

Os diversos exemplos relacionados à contaminação do ambiente e aos agravos à saúde humana, pelo uso de agrotóxicos, refletem a riqueza do tema no ensino de ciências, pois possibilitou vários desdobramentos: efeitos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente, alternativas para a não utilização de agrotóxicos, manejo adequado do produto, dimensões incidentes no processo de desenvolvimento local, entre outros. Esses fatos permitem refletir sobre a qualidade e a diversidade na mobilização de conhecimentos para a resolução do respectivo caso. É bem verdade, que, no início, os alunos apresentaram dificuldades, notadamente no que se referia à autonomia no estudo, visto que buscavam do professor as respostas para a solução do caso. Esse fato pode ser percebido na fala dos estudantes, como observado no seguinte exemplo:

Grupo 1: Em relação ao nosso caso, **tivemos algumas dificuldades** para desenvolver [...] pelo fato de **não termos prática nesse contexto de pesquisa**;

Apoio G1: [...] alunos **mostram-se resistentes a novos formatos de ensino e apresentam dificuldades em formular suas opiniões** (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007, p. 737).

Com relação ao exposto, podemos considerar que já esperávamos lidar com dificuldades dos estudantes frente à atividade proposta. Contudo, tais dificuldades foram superadas no decorrer da implementação do caso. Assim, verificamos um gradual desenvolvimento dos estudantes, em termos de habilidades de trabalho em grupo, pesquisa, argumentação, comunicação oral e tomada de decisão. Além disso, foi possível apreender que o método do estudo de caso, no ensino de ciências, é uma estratégia favorável à aprendizagem de conceitos e a constituição da autonomia dos alunos, como podemos perceber no trecho a seguir:

Grupo 1: [...] foi de grande importância [...] de fato **aprendemos a adquirir novos conhecimentos** que antes não tínhamos [...] quando fomos desenvolver nosso TCC, não vamos sentir tantas dificuldades, porque **já estamos nos acostumando a fazer pesquisa** com referências etc.

Diante do exposto, percebemos que durante o desenvolvimento do caso, os estudantes apreenderam a importância de recorrer a fontes confiáveis, notadamente no empreendimento da pesquisa, o que também colabora para autonomia nos estudos.

6. Considerações finais

A sociedade tem se confrontado cotidianamente com problemáticas sociocientíficas, que, na maioria das vezes, não são valorizadas no âmbito da escola. A abordagem de ensino com enfoque CTS tem buscado contemplar os conflitos emergentes dos impactos do

desenvolvimento da ciência e da tecnologia na sociedade. Neste ponto, destacamos a importância de considerar o tema *Agrotóxico*, na ambiência da sala de aula, isso porque se trata de um tema de relevância socioambiental e está diretamente ligado ao mundo da vida.

Pensar em trabalhar temas sociocientíficos e socioambientais, é pensar em adotar abordagens de ensino que favoreça a construção de visão crítica, reflexiva, necessária à tomada de decisão, esta, fundamentada em argumentos de natureza técnica, científica, social, ética, entre outras, relevantes ao processo de formação cidadã. O método de estudo de caso, no ensino de ciências, em harmonização com as abordagens CTS e EpS, reflete essa necessidade vigente, possibilitando um maior envolvimento e participação ativa dos estudantes no desenvolvimento e na solução do caso.

Durante o desenvolvimento do caso, percebemos que as discussões realizadas foram muito produtivas, pois os estudantes apresentaram e defenderam seus argumentos de forma balizada, condizente com a literatura da área, inclusive para além dos discursos da mídia e do senso comum. Agregaram dimensões esquecidas no trato de questões que parecem meramente de cunho biológico ou da saúde. O referido método favoreceu o trabalho colaborativo, pois cada um se sentiu responsável pelo bom desempenho da equipe.

De um modo geral, avaliamos que o método do estudo de caso, no ensino de ciências, configura-se como abordagem favorável à aprendizagem de conceitos, à autonomia do sujeito, ao desenvolvimento da capacidade de comunicação oral, inclusive, com acréscimo de vocabulário, à negociação e à mobilização de argumentos balizados em pressupostos científicos, sociais, econômicos, ambientais, entre outros. Cabe destacar que o método permitiu uma abordagem contextualizada, o que favoreceu a reflexão crítica e a tomada de decisão, constituindo-se uma autêntica abordagem CTS, que em associação com a perspectiva EpS, qualificou o processo de ensino e de aprendizagem.

7. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resíduos de Agrotóxico em Alimentos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 361-363, 2006. (Texto de Difusão Técnico-Científica da ANVISA).

ALMEIDA, Vicente Eduardo Soares de; CARNEIRO, Fernando Ferreira; VILELA, Nirlene Junqueira. Agrotóxicos em hortaliças: segurança alimentar, riscos socioambientais e políticas públicas para promoção da saúde. **Tempus Actas em Saúde Coletiva**, Brasília, v. 4, n. 4, p. 84-99. 2009.

BARBIER, René. **A pesquisa-ação**. Brasília: Livel Livro, 2007.

BARBOSA, Roberta Sá Leitão. **Interface conhecimento tradicional-conhecimento científico: um olhar interdisciplinar da etnobiologia na pesca artesanal em Ajuruteua, Bragança-Pará**. 114f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental. Universidade Federal do Pará. Bragança-PA, 2006.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm>. Acesso em: 15 jun. 2012.

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. 1ª parte.** Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012.

CALÓ, Camilla Fahning Ferreira. **Conhecimento ecológico local e taxonômico dos peixes “vermelhos” (Actinopterygii, Teleostei) pelos pescadores de Ilhéus, Bahia.** 83f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus-BA, 2007.

DELANDES, Sueli Ferreira. A construção do projeto de pesquisa. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis-RJ: Vozes, 2004. p. 31-50.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DEMO, Pedro. **Participação é conquista: noções de política social participativa.** São Paulo: Cortez, 2001.

FERNANDES, Carolina dos Santos; STUANI, Geovana Mulinari. Agrotóxicos na formação inicial de educadores do campo. In: CIVIEIRO, Paula Andrea Grawieski et al. (Org.). **(Com) textos: reflexão e ação no fazer pedagógico da educação científica e tecnológica.** Blumenau: Edifurg, 2015. p. 55-70.

FIGUEIREDO, Orlando. A controvérsia na educação para a sustentabilidade: uma reflexão sobre a escola do século XXI. **Interacções,** Portugal, n. 4, p. 3-23, 2006.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológica – SINITOX. Registros de Intoxicação. Dados Nacionais. Brasil. 2014. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/sinitox/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=127>>. Acesso em 24 mai. 2014.

FRANÇA, Cassio Luiz de; VAZ, José Carlos; SILVA, Ivan Prado (Org.). **Aspectos econômicos de experiências em desenvolvimento local.** São Paulo: Instituto Pólis, 2002. (Publicações Pólis, n. 40).

FREITAS, Nadia Magalhães da Silva. **Desenvolvimento local e capital social: uma análise interdisciplinar do processo de indução do DLIS no estado de Roraima.** 2008. 296f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, da Universidade Federal do Pará. Belém, 2008.

KUGLER, Henrique. Paraíso dos agrotóxicos. **Revista Ciência Hoje,** Rio de Janeiro, v. 50, n. 296, p.20-25, 2012. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2012/296/pdf_aberto/agrotoxicos296.pdf>. Acesso em: 12 de jun. 2014.

LIMA, Paulo Junior Paz de. **Possíveis doenças físicas e mentais relacionadas ao manuseio de agrotóxicos em atividades rurais, na região de Atibaia, SP/Brasil.** 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MALTHUS, Thomas. **An essay on the principle of population.** London: Paul’s Church-Yard, 1798.

MARQUES, José Geraldo W. **Pescando pescadores: ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica**. 2 ed. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras (NUPAUB) – USP, 2001.

MARTINS, Viviane Souza. **Uma abordagem etnoecológica abrangente da pesca de polvos (*octopus sp.*) na comunidade de Coroa Vermelha (Santa Cruz Cabrália, Bahia)**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus-BA, 2008.

MORAES, Priscila Cardoso et al. Abordando agrotóxico no ensino de química: uma revisão. **Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 3, n.1, p. 15-21, 2011.

MOREIRA, Josino Costa et al. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

NIELSEN, Jan Alexis. Structuring students' critical discussions through processes of decision-making on socio-scientific controversies. **Revista de Estudos Universitários**, Sorocaba, v. 35, n. 2, p. 139-165, 2009.

PACHECO, Paula. **Brasil lidera uso mundial de agrotóxicos**. 2009. Estadão de São Paulo. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,brasil-lidera-uso-mundial-de-agrotoxicos,414820,0.htm>>. Acesso em 12 de jun. 2014.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; MATOS, Eloisa Aparecida Silva Ávila de; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. **Revista Iberoamericana de Educación**, España, v. 44, p. 147-166, 2007.

REIS, Pedro Rocha dos. **A promoção do pensamento através da discussão dos novos avanços na área da biotecnologia e da genética**. 1997. 202 f. Tese (Mestrado). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa. Lisboa, 1997.

_____. O ensino das ciências através da discussão de controvérsias: realidade ou ficção? Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia, 6. 2001. Braga, Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Universidade do Minho. **Actas...** Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/12652338/O-ensino-das-ciencias-atraves-da-discussao-de-controversias-realidade-ou-ficcaop>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

_____. **Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida**. 2004. 488 f. Tese (Doutorado). Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2004.

_____. Os temas controversos na educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, São Carlos, v. 2, n. 1, p. 125-140, 2007.

_____; GALVÃO, Cecília. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

RIBAS, Priscila Pauly; MATSUMURA, Aida Terezinha Santos. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.

RODRIGUES, Angélica Lúcia Figueiredo. **O boto na verbalização de estudantes ribeirinhos: uma visão etnobiológica**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Teoria de Pesquisa do Comportamento. Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salette Linhares. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas, São Paulo: Editora Átomo, 2010.

_____; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salette Linhares. Estudos de caso em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SACHS, Inacy. Repensando o crescimento econômico e o progresso social: o âmbito da política. In: ARBIX, Glauco; ZILBOVICIUS, Mauro; ABRAMOVAY, Ricardo (Org.). **Razões e ficções do desenvolvimento**. São Paulo: UNESP; EDUSP, 2001. p. 155-163.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli. Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. SOARES, Wagner Lopes; PORTO Marcelo Firpo de Souza. Aspectos teóricos e práticos associados à decisão de uso de agrotóxicos: uma abordagem integrada entre a agricultura, meio ambiente e saúde pública. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46, 2009, Rio Branco, Acre. **Anais eletrônicos ...** Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/733.pdf>> Acesso em: 12 de jun. 2012.

SOARES, Wagner Lopes; PORTO, Marcelo Firpo de Souza. Estimating the social cost of pesticide use: an assessment from acute poisoning in Brazil. **Ecological Economics**, USA, v. 68, n. 10, p. 2721–2728, 2009.

WAICHMAN, Andréa Viviana. Uma proposta de avaliação integrada de risco do uso de agrotóxicos no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 45- 50, 2008.