



Relato de uma experiência pedagógica no ensino de Química: estudo das propriedades dos agrotóxicos utilizados em uma comunidade rural

Claudemir L. da Silva, José A. O. Chagas, Alex L. G. Loiola e Francisco R. L. Caldas

O presente trabalho discute a importância do ensino de química como ferramenta de compreensão da realidade em que estamos inseridos. Essa experiência foi vivenciada por um aluno do ensino médio de uma escola pública, morador de uma comunidade rural do Nordeste brasileiro. O objetivo foi contribuir para o ensino da temática agrotóxicos no ensino de química de uma forma contextualizada, promovendo a apropriação crítica dos conteúdos curriculares de forma conjunta com a compreensão de problemas da realidade, possibilitando a formação de um sujeito mais crítico, capaz de atuar como cidadão na sociedade de forma reflexiva e autônoma, e contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

► ensino de química, agrotóxicos, meio ambiente ◀

93

Recebido em 05/11/2021, aceito em 24/05/2022

A ciência e a tecnologia alcançaram na contemporaneidade um grau de importância fundamental para o desenvolvimento das sociedades (Pinheiro *et al.*, 2007). Essa importância se faz presente notadamente no desenvolvimento econômico em seus diversos ramos: agricultura, indústria pesada, serviços, comunicações, mas também na própria educação, cultura e lazer. No entanto, o aumento da utilização massiva dos produtos científico-tecnológicos para ampliar as possibilidades da intervenção humanas na natureza, visando a geração de riqueza e o aumento da qualidade de vida das populações, não pode se dar sem os devidos questionamentos sobre as consequências que o emprego dessas tecnologias pode acarretar para bem-estar dos seres humanos e a vida em sociedade. É importante destacar que o questionamento sobre as consequências da utilização massiva dos produtos técnico-científicos para a vida humana e o meio ambiente não pode ser feita prescindindo da ciência, ou seja, como uma crítica de “fora” do ambiente científico, mas é fruto exatamente da possibilidade criada pelo desenvolvimento científico. É a postura crítica do fazer científico que deve possibilitar utilizar os conhecimentos científicos para fazer uma análise criteriosa dos impactos do uso da

Podemos dizer que a função principal da escola é possibilitar que cada sujeito possa se apropriar adequadamente do desenvolvimento cultural e técnico-científico que o torne apto a compreender as mudanças e o desenvolvimento histórico, econômico e material do seu próprio tempo (Saviani, 2013).

tecnologia na sociedade. A ciência como tal, no seu estágio contemporâneo de desenvolvimento, é fruto de um processo histórico e social. E como qualquer construção cultural, saber consolidado no processo histórico, para se desenvolver precisa que cada novo indivíduo da nossa sociedade se aproprie, dentro das suas possibilidades sociais e individuais, desse bem cultural. Esse processo de formação científica, de apropriação e participação da cultura científica é feito por meio da escola, a instituição que por excelência é encarregada da formação dos novos sujeitos. Podemos dizer que a função principal da escola é possibilitar que cada sujeito possa se apropriar adequadamente do desenvolvimento cultural e técnico-científico que o torne apto a compreender as mudanças e o desenvolvimento histórico, econômico e material do seu próprio tempo (Saviani, 2013).

Quando pensamos no trabalho de ensino de uma disciplina como Química no Ensino Médio, devemos ter em consideração que os conteúdos curriculares trabalhados com os estudantes são fundamentais para estes compreendam, por um lado, a construção histórica do desenvolvimento científico dos conhecimentos dessa disciplina e, por outro, que a apropriação desses conhecimentos é componente

fundamental para a compreensão do estado do desenvolvimento científico e tecnológico atual. A apropriação dos conhecimentos da Química é também de fundamental importância para o próprio exercício da cidadania e a formação para o mundo do trabalho. A apropriação desses conhecimentos pelos estudantes é condição necessária para a resolução de problemas práticos postos pela realidade, bem como para uma atuação consciente como cidadão, seja no exercício profissional ou como cidadão que pode contribuir no debate público sobre determinados problemas a partir de conhecimentos de base científica.

Reflexões sobre o uso da temática “Agrotóxicos” como mote para favorecer um ensino de Química mais contextualizado na educação básica já foram desenvolvidas por alguns pesquisadores que trabalham na área de ensino dessa disciplina. O trabalho desenvolvido por Cavalcanti *et al.* (2010) trata de uma intervenção pedagógica em três turmas do Ensino Médio nas quais o eixo norteador do trabalho educativo com os conteúdos de Química foi o tema “Agrotóxicos”. Braibante e Zappe (2012) apresentaram uma relação dos conteúdos da disciplina de Química nos três anos do Ensino Médio em que os professores podem envolver a temática dos agrotóxicos. Buffolo e Rodrigues (2015) relataram a elaboração de uma sequência didática com o propósito de possibilitar aos estudantes do Ensino Médio, por meio do tema agrotóxicos, se apropriarem dos conhecimentos de Química e compreenderem os aspectos sociais, econômicos, ambientais e políticos envolvidos nesse tema. Nessa mesma perspectiva, Mello e Fonseca (2018) descreveram a elaboração de uma sequência didática e aplicação de um jogo com estudantes do 3º ano do Ensino Médio em que a temática de trabalho é “agrotóxico” e suas relações com aspectos socioeconômicos e ambientais.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU têm o propósito de mobilizar ações governamentais e da sociedade civil visando alterar as intervenções humanas no meio ambiente, bem como fomentar relações sociais e econômicas mais justas, de forma que possamos alcançar um desenvolvimento da sociedade preservando o patrimônio natural, a biodiversidade e alcançando maior justiça social.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a educação

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU têm o propósito de mobilizar ações governamentais e da sociedade civil visando alterar as intervenções humanas no meio ambiente, bem como fomentar relações sociais e econômicas mais justas, de forma que possamos alcançar um desenvolvimento da sociedade preservando o patrimônio natural, a biodiversidade e alcançando maior justiça social. A ONU estabeleceu 17 ODS: 1 - Erradicação da pobreza; 2 - Fome zero e agricultura sustentável; 3 - Saúde e bem-estar; 4 - Educação de qualidade; 5 - Igualdade de gênero; 6 - Água potável e saneamento; 7 - Energia limpa e acessível; 8 - Trabalho decente e crescimento econômico; 9 - Indústria, inovação e infraestrutura; 10 - Redução das desigualdades; 11 - Cidade e comunidade sustentáveis; 12 - Consumo e

produção responsáveis; 13 - Ação contra a mudança global do clima; 14 - Vida na água; 15 - Vida terrestre; 16 - Paz, justiça e instituições eficazes; e 17 - Parcerias e meios de implantação.

O presente trabalho tem relação com os seguintes ODS: 2 - Fome zero e agricultura sustentável; 3 - Saúde e bem-estar; 4 - Educação de qualidade; 6 - Água potável e saneamento; 9 - Indústria, inovação e infraestrutura; 12 - Consumo e produção responsáveis. Dentro do ODS 2, a meta 2.3 estabelece que até o ano de 2030 devemos “dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares [...]”, e a meta 2.4 estabelece que até 2030 possamos “garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas [...]”. Compreendemos que essas metas colocam um papel muito relevante para a formulação de políticas públicas e pesquisas interdisciplinares aplicadas. É interdisciplinar, pois o aumento da produtividade agrícola demanda estudos na área de melhoramento de solo, seleção das colheitas mais adequadas para a região, bem como o melhoramento genético dessas colheitas e todo o conjunto de defensivos agrícolas para amenizar os ataques de pragas, mas que, ao mesmo tempo, sejam compatíveis com a preservação dos ecossistemas.

Pesquisas químicas realizadas em laboratórios de universidades e empresas privadas são fundamentais para o desenvolvimento dos defensivos agrícolas. Por outro lado, investigações como a desenvolvida no presente trabalho são fundamentais para buscar mensurar os possíveis impactos que o uso de defensivos agrícolas nas colheitas pode causar na saúde humana e nos ecossistemas. Então a pesquisa química aplicada dentro desse ODS pode ter uma dupla função: no desenvolvimento de defensivos que aumentem a produtividade e que diminuam as possibilidades de ataques de pragas às lavouras e, por outro lado, buscando mensurar os possíveis impactos para a vida e o bem-estar humano (ODS 3) e do ecossistema e assim ser um ponto fundamental para a tomada de decisão e formulação de políticas governamentais para essa área. O ODS 4 - Educação de Qualidade estabelece as metas mais gerais relacionadas ao acesso à educação de qualidade, o aumento da escolarização, a promoção da igualdade de gênero e, aliado a isso, estabelece também metas relacionadas ao desenvolvimento de conhecimentos e habilidades importantes para o trabalho, empreendedorismo e para promover o desenvolvimento sustentável. Duas metas dentro do ODS 4 são particularmente ligadas a esse trabalho. A meta 4.4 estabelece para até 2030 “[...] aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham

habilidades relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo” e a meta 4.7 estabelece para até 2030 “[...] garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis [...]”.

Os conteúdos trabalhados na disciplina de Química são fundamentais para a formação científica e cultural dos sujeitos. São esses conteúdos que fornecem uma formação científica básica para que os estudantes do Ensino Médio tenham conhecimento do próprio estágio de desenvolvimento científico e tecnológico que a nossa sociedade desenvolveu e tenham condições de empregar esses conhecimentos no trabalho e resolver problemas postos pela realidade. No entanto, além das atividades de ensino em sala de aula, os estudantes devem ser estimulados a resolver problemas da realidade em que estão inseridos, utilizando conhecimentos e métodos científicos.

O envolvimento de estudantes da educação básica nas atividades de pesquisa é fundamental para o desenvolvimento de uma mentalidade científica dos estudantes e uma experiência mais profunda de aprendizagem. Segundo Cavalcanti *et al.* (2010, p. 31), “Um dos maiores desafios do ensino de Química, nas escolas de nível fundamental e médio, é construir uma ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos estudantes.” Para construir essa ponte entre os conteúdos curriculares da disciplina de Química, que são fundamentais para a formação científica do estudante, e a realidade dos estudantes fora dos muros escolares, é necessário que os professores desenvolvam a capacidade de construir diálogo com os seus alunos para captar situações problema vivenciados por estes e que podem ser explorados e problematizados em sala de aula, de forma que esses estudantes consigam aplicar os conhecimentos teóricos trabalhados na disciplina para compreender situações problemas presentes na realidade em que esses sujeitos estão inseridos.

Um trabalho de pesquisa como o presente coloca o estudante em contato com uma situação real de investigação, que exige que ele mobilize os conhecimentos da disciplina de Química já consolidados, tenha que buscar se aprofundar nesses conhecimentos para dar conta de compreender e ser capaz de oferecer uma resposta para o problema. Além dos conhecimentos, exige que o estudante tenha contato com o método próprio do trabalho científico e tenha a experiência de formular hipóteses, construir um método de coleta e tratamento de informações, e possa verificar se os dados coletados fundamentam as hipóteses traçadas inicialmente. Essa produção crítica ajuda não somente os estudantes a

conhecerem mais profundamente a realidade, mas podem contribuir para que as pessoas que vivem naquele ambiente onde a pesquisa foi desenvolvida adquiram a consciência do uso adequado e dos riscos para a saúde, bem-estar humano e animal que a utilização dessas substâncias pode trazer.

Percurso metodológico

O trabalho foi realizado a partir da iniciativa de um aluno do ensino médio do curso integrado de Edificações e com a participação de um aluno do curso superior de Engenharia Ambiental do IFCE campus Juazeiro do Norte. O aluno do ensino médio trouxe a problemática para a sala de aula durante as aulas de funções orgânicas com a discussão sobre agrotóxicos na disciplina de Química III. O aluno, residente no sítio do Caldeirão, localizado nas encostas da Chapada do Araripe, no Distrito de Santa Fé, a cerca de 20 km da cidade do Crato, relatou que na sua localidade muitos produtos químicos eram utilizados em cultivo de agricultura familiar, o que durante as aulas de funções orgânicas o levou a refletir quais seriam as propriedades químicas e os principais riscos à saúde e ao ambiente. A partir dessa reflexão, essa proposta metodológica foi planejada para estimar quais os principais agrotóxicos utilizados por essa comunidade rural e suas propriedades químicas e biológicas.

Foi realizado levantamento das substâncias utilizadas como agrotóxicos nos cultivos do sítio Caldeirão no período de junho de 2019 a agosto de 2019. Como um dos autores da pesquisa é residente na comunidade, isso facilitou o processo de coleta de dados pelo conjunto de informações

que ele possui sobre os produtores e os tipos de plantação. Adotamos como estratégia de coleta de dados uma entrevista simples com o objetivo de registrar os dados sobre o tipo de cultivar e o respectivo defensivo (agrotóxico) utilizado pelo produtor para aquele tipo de cultura. As seguintes informações foram coletadas e registradas: tipo de cultura, coordenadas da localidade e o nome comercial do agrotóxico. Essas informações estão sistematizadas na Tabela 1.

Os agrotóxicos descritos foram avaliados através de estudos *in silico* para obter as propriedades físico-químicas dos princípios ativos observados, suas estruturas químicas determinadas e propriedades descritas no programa ChemDraw® (Chemistry Drawing Tool PerkinElmer Informatics) e analisada a toxicidade teórica no Osiris Property Explorer® (Organic Chemistry Portal). O estudo *in silico* para a previsão de propriedades toxicológicas tem ganhado cada vez mais destaque, sendo utilizados como complemento aos estudos *in vitro* e *in vivo*, e tem como vantagem a rapidez na sua execução, o baixo custo e a capacidade de reduzir o uso de animais em ensaios de

Os conteúdos trabalhados na disciplina de Química são fundamentais para a formação científica e cultural dos sujeitos. São esses conteúdos que fornecem uma formação científica básica para que os estudantes do Ensino Médio tenham conhecimento do próprio estágio de desenvolvimento científico e tecnológico que a nossa sociedade desenvolveu e tenham condições de empregar esses conhecimentos no trabalho e resolver problemas postos pela realidade.

toxicidade. O estudo *in silico* representa uma ferramenta importante de simulações computacionais de propriedades que só seriam vistas anteriormente em modelos experimentais. O método *in silico* possui qualidades e deve ser continuado a ser desenvolvido, assim como métodos *in vitro*.

Os dados obtidos foram tabulados para descrever a toxicidade e características químicas dos compostos discutidos. Após o levantamento dos dados, as informações foram discutidas correlacionando as estruturas químicas com suas propriedades toxicológicas.

Resultados e discussão

Os agrotóxicos são agentes químicos ou quaisquer substâncias ou mistura de substâncias destinadas à prevenção, à destruição ou ao controle de qualquer praga (Braguini, 2005). O objetivo de classificar os agrotóxicos quanto a sua toxicidade é distinguir os de maior e de menor periculosidade. No Brasil, a definição tem servido apenas para se definir a comunicação da toxicidade no rótulo dos compostos químicos, devendo ser utilizado o insumo apenas em condições específicas e bastante controladas, especialmente os de maior periculosidade (Garcia *et al.*, 2005). Muitas comunidades rurais utilizam essas substâncias sem obedecer às recomendações necessárias, constituindo um problema de saúde pública e um problema ambiental. Além disso, mesmo em condições de uso recomendadas pelos fornecedores, essas substâncias possuem um grau de toxicidade elevada. O uso crônico pode desencadear problemas de saúde e é discutível também como essas substâncias orgânicas se distribuem no meio ambiente.

No atual modelo dominante de agricultura, a monocultura, os agrotóxicos são utilizados com o objetivo de controlar doenças e aumentar significativamente a produção agrícola, o que tem sido eficiente para tais finalidades. Porém, dependendo de sua composição química e da concentração, os insumos lançados ao meio ambiente podem causar diversos impactos negativos sobre os ecossistemas e, conseqüentemente, ao homem e animais. O Brasil possui um clima tropical, o que favorece a produção de três tipos de culturas diferentes durante o ano. Por ser o segundo maior fornecedor mundial de produtos agrícolas, a falta de conhecimento sobre o composto químico torna-se de fato um risco, a não utilização de equipamentos de segurança e a excessiva dosagem contribuem de forma significativa para que ocorram cada vez mais contaminações dentro e fora do campo. O uso excessivo e inadequado de agrotóxicos é de fato um problema ambiental e de saúde pública. Os efeitos causados pela exposição direta e indireta aos compostos químicos podem variar a partir do grau de toxicidade do composto, tempo de exposição, dose e via de exposição (Brasil, 2018).

No atual modelo dominante de agricultura, a monocultura, os agrotóxicos são utilizados com o objetivo de controlar doenças e aumentar significativamente a produção agrícola, o que tem sido eficiente para tais finalidades.

Dependendo da natureza química e da concentração, os agrotóxicos lançados no ambiente podem causar danos diversos à biota a eles expostos. Embora, na maioria dos casos, esses compostos não sejam capazes de provocar efeitos agudos e imediatos, podem, por outro lado, reduzir a sobrevivência desses organismos através de lesões crônicas que se manifestam, a médio e longo prazo, como desordens fisiológicas em diferentes tecidos e órgãos, ou como alterações genéticas (Kruger, 2009). O decreto n° 4.074/2002 é responsável por regulamentar a lei dos agrotóxicos: de acordo com o decreto, os agrotóxicos, seus componentes e afins só poderão ser produzidos, manipulados, importados, exportados, comercializados e utilizados no território nacional se previamente registrados no órgão federal competente, atendidas as diretrizes e exigências dos órgãos federais, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério da Saúde (MS) (Brasil, 1989). Cabe a esses órgãos federais, respectivamente, avaliar e fornecer: dossiê agrônômico que trata quanto a sua eficiência no campo; dossiê ambiental a respeito de sua ecotoxicologia; e dossiê toxicológico que avalia o grau de toxicidade do agroquímico para a população (Anvisa, 2018).

Para avaliar a distribuição dessas moléculas no ambiente e seu grau de toxicidade podemos utilizar recursos computacionais. A modelagem *in silico* é uma das alternativas aos testes de toxicidade no âmbito da toxicologia computacional, ciência na qual se aplicam modelos computacionais e matemáticos para a predição de efeitos adversos, e para o melhor entendimento do(s) mecanismo(s) através do(s) qual(is) uma determinada substância provoca o dano, o que, na definição mais abrangente de outros autores, inclui os modelos de predição de exposição interna e externa, organização de dados toxicológicos e atribuição de peso às evidências de toxicidade (Santos, 2011). O estudo de toxicidade das moléculas a fim de identificar de forma mais precisa o seu grau de toxicidade é um importante recurso para garantir a saúde pública das comunidades. Os insumos químicos que são utilizados em larga escala no Brasil podem ser submetidos a modelos computacionais que identifiquem os seus riscos à saúde. Segundo as perspectivas agrícolas da *Food and Agriculture Organization* (FAO) das Nações Unidas em 2015, o Brasil, com a quarta maior superfície agrícola do mundo, é o segundo maior fornecedor mundial de alimentos e produtos agrícolas (FAO, 2015). A modelagem *in silico* pode ser baseada em diferentes princípios metodológicos ou da combinação destes, tais como (Q)SAR [(Quantitative) Structure-Activity Relationships], formação de categorias, análise de tendência, métodos de extrapolação, etc., e que são aplicados em softwares de agências como a USEPA, OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) e Comissão Europeia (Santos, 2011). O propósito básico de classificar os agrotóxicos é distinguir

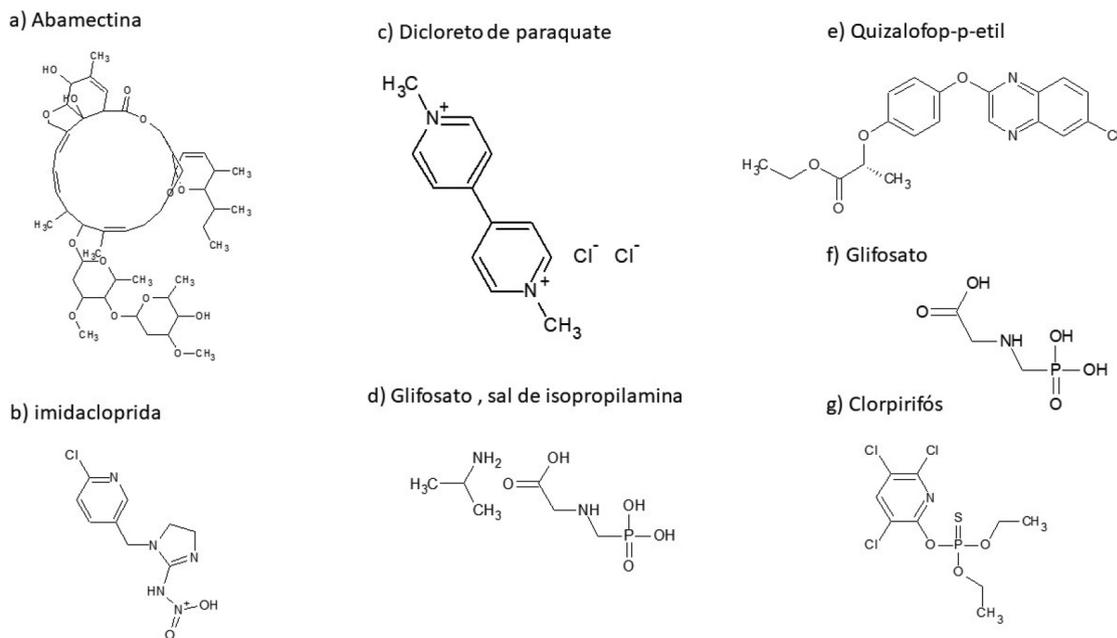


Figura 1: Estruturas químicas dos agrotóxicos.

entre os de maior e os de menor periculosidade. O emprego de agrotóxicos só deveria se dar sob condições bastante controladas, especialmente os de maior periculosidade, ficando evidente a importância de estudos que identifiquem de forma mais precisa possível o grau de toxicidade de produtos químicos que são utilizados em larga escala no Brasil e a utilização de modelos computacionais que possam vir a auxiliar na classificação toxicológica de agrotóxicos de forma que se obtenha maior eficiência no processo de registro dos compostos.

Com a obtenção dos nomes comerciais dos agrotóxicos utilizados no sítio Caldeirão, foi pesquisado o seu princípio ativo correspondente, cujas moléculas estão representadas na Figura 1.

Após o levantamento dos dados, pode-se organizar as informações mediante os conteúdos discutidos na Química do ensino médio, como estrutura química, polaridade, forças intermoleculares, funções orgânicas, solubilidade, correlacionando com propriedades biológicas como a bioacumulação e toxicidade. Para nortear as discussões foi organizado o Quadro 1.

Quadro 1: Conteúdo para discussão.

Característica	Conteúdo
Estrutura química	Reconhecimento das principais funções orgânicas, polaridade, forças intermoleculares.
Solubilidade	Migração no ambiente
Coefficiente de partição/lipossolubilidade	Absorção pelos organismos vivos
Massa molar	Propriedades físicas, volatilidade
Toxicidade	Segurança e risco biológico

As estruturas químicas dos compostos permitem a previsão do seu destino no ambiente a partir de suas propriedades moleculares. Vários processos como dissolução da água, dissociação das espécies, volatilização, retenção em solos e em sedimentos, degradação química ou biológica, absorção pelas plantas e efeitos nos seres vivos, podem ser relacionados às características químicas, físicas e biológicas que estão intimamente ligadas (Mamy *et al.*, 2015).

Na Tabela 1 constam as culturas cultivadas no sítio Caldeirão com sua localização geográfica e características como coeficiente de partição, solubilidade em água e peso molecular. Esses são dados importantes para a distribuição dos compostos orgânicos no meio ambiente.

Compostos com elevado coeficiente de partição tendem a se distribuir em locais mais lipofílicos, com maior adsorção à matéria orgânica, e possuir menor solubilidade em água. Essa propriedade também é importante para entendermos o potencial de absorção pelos seres vivos: quanto maior o coeficiente de partição, mais facilmente a substância é absorvida pelas membranas biológicas através de transporte passivo. Portanto, as propriedades químicas também contribuem para os efeitos toxicológicos.

O peso molecular também afeta várias características importantes, como ponto de fusão, ponto de ebulição, pressão de vapor e solubilidade dos compostos. Os grupos funcionais presentes nas moléculas são importantes, e suas características influenciam as propriedades físicas, pois alteram as forças intermoleculares envolvidas.

No Quadro 2 consta o perfil toxicológico das substâncias. Apenas imidacloprida, componente do produto Provado®, não apresentou nenhum risco toxicológico, o que deve ser analisado com cautela, já que é resultado de um modelo de estudo *in silico*. Para maior segurança deve ser confirmado em um modelo experimental *in vivo*, o que não isenta a necessidade de cuidados no manuseio, uso e estocagem.

Tabela 1: Culturas cultivadas no sítio Caldeirão com sua localização geográfica, e características químicas dos agrotóxicos utilizados como coeficiente de partição, solubilidade em água e peso molecular.

Cultura	Coordenadas da localidade	Nome Comercial®	Princípio Ativo	cLogP	Solubilidade	Peso Molecular
Maracujá	39° 21' 12" W / 7° 05' 09" S	KLORPAN	Clorpirifós	4,81	-5,46	349
Tomate Cereja	39° 20' 54" W / 7° 05' 11" S	PARADOX	Dicloreto de Paraquate	-6,53	-1,44	186
Feijão	39° 21' 29" W / 7° 05' 07" S	GLIFOSATO	Gifosato	-6,28	0,34	169
Mamão	39° 21' 24" W / 7° 05' 19" S	VERTIMEC	Abamectina	4,4	1,21	873,1
Milho	39° 21' 12" W / 7° 05' 10" S	ROUNDUP	Glifosato (Sal de Isopropilamina)	-6,28	0,34	169
Tomate	39° 21' 16" W / 7° 05' 08" S	PROVADO	Imidacloprida	-0,34	-2,39	255
Milho	39° 21' 38" W / 7° 05' 56" S	TARGA	Quizalofop-P-etil	3,7	-5,58	372

Após a análise dos resultados obtidos nos softwares, as características físico-químicas representam a forma como os referidos compostos vêm a interagir com o ecossistema

no qual estão em contato. Com as características toxicológicas são perceptíveis os principais impactos negativos que o contato, seja direto ou indireto, com o referido composto

Quadro 2: Efeitos toxicológicos dos princípios ativos utilizados na comunidade.

Princípio Ativo	Nome IUPAC	Mutagênico	Tumorigênico	Irritante	Efeito no Sistema Reprodutor
Clorpirifós	O,O-dietil-O-3,5,6-tricloropiridina-2-ol fosforotioato	Sim	Sim	Sim	Sim
Dicloreto de Paraquate	1,1'-dimetil-4,4'-bipiridina-dicloreto	Sim	Não	Não	Não
Glifosato	N-(fosfonometil)glicina	Sim	Sim	Não	Sim
Abamectina	(1'R,2R,3S,4'S,6S,8'R,10'E,12'S,13'S,14'E,16'E,20'R,21'R,24'S)-2-butan-2-il-21',24'-dihidroxi-12'-[(2R,4S,5S,6S)-5-[(2S,4S,5S,6S)-5-hidroxi-4-metoxi-6-metiloxan-2-yl]oxi-3,11',13',22'-tetrametilespiro[2,3-dihidropiran-6,6'-3,7,19-trioxa tetraciclo[15.6.1.14,8.020,24]pentacosano-10,14,16,22-tetraeno]-2'-one;(1'R,2R,3S,4'S,6S,8'R,10'E,12'S,13'S,14'E,16'E,20'R,21'R,24'S)-21',24'-dihidroxi-12'-[(2R,4S,5S,6S)-5-[(2S,4S,5S,6S)-5-hidroxi-4-metoxi-6-metiloxan-2-yl]oxi-3,11',13',22'-tetrametila-2-propan-2-ilspiro[2,3-dihidropiran-6,6'-3,7,19-trioxatetraciclo[15.6.1.14,8.020,24]pentacosano-10,14,16,22-tetraeno]-2'-ona	Sim	Não	Sim	Sim
Glifosato - Sal de Isopropilamina	Isopropilamônio N-(fosfonometil)glicinato	Sim	Sim	Não	Sim
Imidacloprida	1-((6-cloro-3-piridinil)metil)-4,5-dihidro-N-nitro-1H-imidazol-2-amina.	Não	Não	Não	Não
Quizalofop-P-etil	etil (R)-2-[4-(6-cloroquinoxalina-2-iloxi)fenoxi]propionato	Não	Não	Sim	Não

pode causar nos seres vivos, como desenvolvimento de mutações, aparecimento de tumores, irritações gerais e efeitos no sistema reprodutor, revelando que os agrotóxicos utilizados, na sua maioria, apresentam fortes riscos para a saúde das comunidades locais.

Considerações finais

Uma das críticas que têm sido feitas reiteradamente ao ensino escolar é justamente o fato de grande parte do ensino dos conteúdos das disciplinas da educação básica estarem “distantes” da realidade vivenciada pelos estudantes. Esse ensino, muitas vezes desenvolvido como se os conteúdos disciplinares fossem uma sucessão de fatos, acontecimentos e teorias que não possuem conexão com a realidade contextual dos estudantes, faz com que o processo de ensino e aprendizagem seja percebido como estéril, como uma atividade burocrática que não tem relevância para compreender e resolver questões teóricas e práticas da vida para além dos muros da escola. Por isso a necessidade de desenvolver estratégias educativas que coloquem os estudantes em contato com problemas contextuais de natureza social, política, cultural, ambiental, ou seja, problemas que envolvem a vida em comunidade, e que esses problemas possam ser trabalhados à luz dos conhecimentos científicos desenvolvidos dentro de cada disciplina.

Tematizar o uso de agrotóxicos nas lavouras dentro da sala de aula é com certeza uma estratégia bastante relevante para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Química para os estudantes do Ensino Médio e fomentar o desenvolvimento do pensamento científico, dado que o tema tem relação direta com os conhecimentos científicos da disciplina, o desenvolvimento industrial do setor químico e a utilização de produtos desse

setor numa atividade econômica essencial para os seres humanos, a agricultura. Mas trazer esse tema para a discussão com os estudantes favorece a compreensão da realidade que está para além dos conhecimentos da Química, pois essa problemática envolve múltiplas áreas do conhecimento e a consideração de diferentes perspectivas.

A exploração desse tema nas aulas, além de fomentar a apropriação crítica dos conteúdos curriculares da disciplina de Química, demonstra a importância dos conhecimentos da ciência química para a compreensão de problemas da realidade. Nesse sentido, o ensino de Química possibilita a formação de um sujeito mais crítico, capaz de atuar como cidadão na sociedade de forma reflexiva e autônoma e possa contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

Agradecimentos

Ao IFCE pela concessão da bolsa de pesquisa PIBIC-Jr Edital 2019.

Claudemir Lima da Silva (claudemir1980lima@gmail.com), egresso do ensino médio integrado de Edificações do Instituto Federal do Ceará. Juazeiro do Norte, CE – BR. **José Allan de Oliveira Chagas** (joseallandeoliveira6@gmail.com), aluno do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Ceará. Juazeiro do Norte, CE – BR. **Alex Lacerda Gomes Loiola** (alexgloiola@gmail.com), mestre em Educação Profissional e Tecnologia (PROFEPT) no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, graduado em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará. Servidor federal TAE (Técnico em Assuntos Educacionais) atuando na Coordenadoria de Pesquisa da Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação - Universidade Federal do Cariri. Juazeiro do Norte, CE – BR. **Francisco Rodrigo de Lemos Caldas** (rodrigo.lemos@ifce.edu.br), doutor em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos (DITM- UFRPE), mestre em Bioprospecção Molecular (URCA) e licenciado em Química (UECE). Atualmente é professor do Instituto Federal do Ceará. Juazeiro do Norte, CE – BR.

Referências

BRAIBANTE, M. E. F. e ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRAGUINI, W. L. Efeitos da deltametrina e do glifosato, sobre parâmetros do metabolismo energético mitocondrial, sobre membranas artificiais e naturais e experimentos *in vivo*. Curitiba, 2005. Tese. Universidade Federal do Paraná, PR, 2005.

BRASIL. Lei dos Agrotóxicos. LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989. Brasília, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7802.htm, acesso em set. 2021.

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

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N. e FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.

CHEMDRAW®. Chemistry Drawing Tool PerkinElmer Informatics. Disponível em: <https://chemdrawdirect.perkinelmer.cloud/js/sample/index.html>, acesso em set. 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/pt/>, acesso em set. 2021.

GARCIA, E. G.; BUSSACOS, M. A. e FISCHER, F. M. Harmonização e classificação toxicológica de agrotóxicos em 1992 no Brasil e a necessidade de prever os impactos da futura implantação do GHS. *Ciência & Saúde Coletiva*, n. 13 (Sup 2), p. 2279-2287, 2008.

KRUGER, R. A. Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios com *allium cepa*. Novo Hamburgo, 2009. Dissertação. Centro Universitário Feevale, RS, 2009. Disponível em: <https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/29080.pdf>, acesso em set. 2021.

MAMY, L.; PATUREAU, D. e BARRIUSO, E. Prediction of the fate of organic compounds in the environment from their molecular properties: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 45, n. 12, p. 1277-1377, 2015.

MELLO, L. F. e FONSECA, E. M. D. Agrotóxicos no ensino de química: proposta contextualizada através de um jogo didático. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 2, n. 1, p. 76-90, 2018.

ORGANIC CHEMISTRY PORTAL. OSIRIS PROPERTY EXPLORER®. Disponível em: <https://www.organicchemistry.org/prog/peo/logS.html>, acesso em set. 2021.

ONU (Organização das Nações Unidas). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2018. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>, acesso em set. 2021.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F. e BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v.13, n.

1, p. 71-84, 2007.

SANTOS, C. E. M. Toxicologia *in silico*: uma nova abordagem para análise do risco químico. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 4, n.1, p. 47-63, 2011.

SAVIANI, D. Aberturas para a história da educação: do debate teórico-metodológico no campo da história ao debate sobre a construção do sistema nacional de educação no Brasil. Campinas: Autores Associados, 2013.

Abstract: *A case study in chemistry teaching: study of the properties of pesticides used in a rural community.* This study provides a context-based approach in chemistry teaching and presents scientific concepts by established contexts and relationships selected from daily life events. This report is based on experiences by a student at a public high school who lives in a rural community in northeastern Brazil. The present study aims to improve the teaching of pesticides in a contextualized way with a view to the formation of autonomous citizens and enriching teaching learning process. The idea of promoting appropriation in the curriculum contributes significantly to the learning of chemistry. It can enable the formation of a critical subject capable of acting reflectively and finally contributing to societal efforts towards sustainability.

Keywords: chemistry teaching, pesticides, environment