

A QUÍMICA DOS PLÁSTICOS-UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR COM ENFOQUE CTSA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Chirlei de Fátima Rodrigues¹, Carla Sardinha de Oliveira², José Augusto Macedo Carvalho², Lucas Antônio Xavier², Victor Gomes Lima Ferraz¹

¹Universidade Estadual do Norte fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Brasil (chirleifrodrigues@gmail.com)

²Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU-ES), Brasil.

Resumo: A presença de plástico em ambientes naturais pode comprometer ecossistemas inteiros. Este trabalho relata uma intervenção que visou articular conceitos da química orgânica e o impacto da presença de plástico no ambiente marinho da costa sul capixaba. A prática, interdisciplinar, foi fundamentada nos pressupostos do enfoque CTSA e envolveu alunos do 3º ano do ensino médio regular de uma escola pública estadual. A prática possibilitou um ambiente dinâmico e fértil para a aprendizagem.

Palavras-chave: Química orgânica; Plásticos no ambiente; Enfoque CTSA; Educação interdisciplinar; Impacto ambiental.

INTRODUÇÃO

A tecnologia moderna é o resultado do empreendimento de todo o conhecimento obtido em diferentes áreas. A química orgânica é um campo que contribui amplamente para a produção e inovação de materiais que estão presentes no cotidiano de todas as pessoas. Todo o estudo desse campo é dedicado aos compostos de carbono, que é a base da maioria dos compostos presentes em toda a vida na Terra. Por serem versáteis, os átomos de carbono podem se ligar e formar cadeias e anéis de variedade quase infinita, permitindo que o mesmo forme milhares de biomoléculas que contribuem para a estrutura e função de todos os organismos. Estão presentes nos combustíveis, na comida, nas roupas e são essenciais na indústria petroquímica, sendo utilizados para produção de materiais poliméricos e compósitos resistentes, possibilitando a comunicação e o transporte modernos (Atkins *et al.*, 2018, p. 778).

Quando o carbono se liga ao hidrogênio formam-se os hidrocarbonetos que tem, nos combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão, sua maior fonte. A formação de longas cadeias de átomos de carbono, dá origem às macromoléculas que, por sua vez formam os polímeros. O desenvolvimento desses materiais mudou radicalmente a sociedade (Atkins *et al.*, 2018, p. 808) e podem ser vistos, principalmente nos materiais denominados plásticos. O grande problema desses materiais é o longo tempo estimado para sua degradação na natureza, trazendo um impacto desastroso tanto para o homem quanto para o meio ambiente.

Nos municípios localizados na zona costeira, em especial, o problema é ainda maior. O descarte inadequado em atividades relacionadas ao turismo e à pesca elevam os índices de absorção desses materiais nos ambientes marinhos, principalmente quando reduzidos à microplásticos, impactando espécies que vivem nesses habitats. O debate e a inclusão de questões como essas, em sala de aula, são essenciais.

Uma educação que traga para a sala de aula assuntos que estão presentes no cotidiano dos estudantes pode contribuir com um ensino menos fragmentado e centrado apenas no conteúdo. É notório que, o conhecimento básico permite a compreensão e enfrentamento de demandas na sociedade contemporânea. Entretanto, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs-2019) e demais normativos da Educação Básica, orientam para um ensino fundamentado na interdisciplinaridade e com foco em abordagens que permitam tratar temas contemporâneos articulados aos conteúdos previstos no currículo. Ao valorizar assuntos de cunho social, essas abordagens poderão facilitar a reflexão crítica das implicações do avanço científico e tecnológico para o homem e o meio ambiente, e que constituem questões da vida cidadã (Brasil, 2019, p. 10).

Segundo Luck (1994), um ensino fundamentado na interdisciplinaridade é um processo que tem como foco a integração e o engajamento dos educadores, de forma conjunta. Esse trabalho, de acordo com o autor, promove a:



interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual (Luck, 1994, p. 64).

Nesse sentido, a educação tem um papel preponderante ao proporcionar práticas de ensino voltadas à formação integral e cidadã. A educação com enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) vem abarcando discussões que buscam cumprir com essas premissas.

O movimento CTSA surgiu a partir dos anseios em formar cidadãos alfabetizados cientificamente e que pudessem compreender e refletir sobre os impactos da ciência e da tecnologia às diferentes esferas da sociedade contemporânea (Pereira *et al.*, 2023). Dentre as discussões que repercutem esse enfoque Auler (2007) apresenta uma síntese sobre quais seriam os objetivos de uma educação com essa perspectiva:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual (Auler, 2007, p.1).

Um trabalho no âmbito da perspectiva apresentada é, segundo Pereira *et al.* (2023), uma pauta necessária no ensino, uma vez que, o planeta está diante de uma crise sem precedentes, desencadeada pela ignorância frente aos impactos que as ações humanas trazem ao mundo.

O município de Piúma está localizado na região litorânea da faixa sul do estado do Espírito Santo. Devido à pesca artesanal e o turismo, que representam a maior parte da economia local, o ecossistema marinho é bastante impactado. Algumas ações como o “Dia mundial de limpeza dos rios e das praias” são abraçadas por instituições de ensino locais que buscam promover a conscientização sobre a poluição e a importância de cuidar dos nossos recursos hídricos e praias. Dentre as atividades desenvolvidas destaca-se a organização de mutirões de limpeza para coleta de lixo na orla do município

Essa iniciativa, de educação Ambiental, está alinhada ao objetivo de número 14 que representa um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Este objetivo trata da conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e dos recursos marinhos, protegendo as diferentes formas de vida na água.

Diante das ideias apresentadas, surge a questão que motivou o trabalho relatado neste artigo: Como desenvolver a aprendizagem de conceitos da química orgânica e, paralelamente, facilitar a reflexão crítica das implicações e impactos dos plásticos no ambiente marinho?

Ao realizar um estudo sobre as frações obtidas no refino do petróleo e a utilização de seus derivados na produção industrial, nos deparamos com a cadeia produtiva dos plásticos. Esses materiais, cada vez mais presentes no mercado, apesar de serem práticos, também oferecem grandes riscos ao homem e ao meio ambiente. Portanto, foi planejada e desenvolvida uma sequência didática com alunos do 3º ano do ensino médio regular de uma escola estadual no município de Piúma, cujo objetivo foi o de estudar a química dos plásticos e os impactos que o mesmo vem causando ao meio ambiente. A prática, que envolveu estudos interdisciplinares esteve fundamentada no enfoque CTSA, permitindo aos estudantes uma visão global da problemática em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos foi planejada uma sequência com base nos três momentos pedagógicos (Delizoicov *et al.*, 2011). As turmas envolvidas, uma no turno matutino e outra do turno noturno foram de alunos que cursavam o 3º ano do Ensino Médio Regular da Escola Estadual Professora Filomena Quitiba, Piúma, ES. No total foram envolvidos 50 alunos.

A temática foi inserida nas aulas de química, após os estudos introdutórios da química orgânica. Dessa forma, os alunos já possuíam conhecimentos básicos das propriedades do carbono, de classificação e nomenclatura de hidrocarbonetos. Nesse período foi iniciado o estudo sobre o petróleo, já que o mesmo é a principal fonte de hidrocarbonetos. Portanto foi exibido o documentário “Petróleo e seus derivados”, disponível em

<https://www.youtube.com/watch?v=L7EVno8DfFo>.

A realização de uma atividade experimental sobre interações intermoleculares foi essencial para que os alunos pudessem compreender a solubilidade de alguns materiais em água e tempo de degradação do plástico na natureza.

Para problematizar a situação e estimular a reflexão sobre a dimensão do impacto ambiental causado pelo descarte de lixo plástico nos oceanos, foi exibido um

segundo documentário: “Um oceano de plástico”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=GqpbuhlyieI>.

Para problematizar a situação foram colocados, para os alunos, os seguintes questionamentos: Como cuidar desse problema? O que podemos fazer para contribuir com a redução desse impacto? Quais soluções poderemos propor àqueles com poder de aplicar?

Para trabalhar conceitos relativos aos plásticos foi realizada uma coleta de lixo na faixa de praia próxima à escola. Os estudantes receberam sacos plásticos próprios para lixo, além de serem orientados a tomarem precauções como uso de luvas e protetores solares. A Figura 1 mostra o momento da concentração do grupo na praia.



Figura 1. Momento da concentração e orientações para a coleta e observação do ambiente.

Após receberem orientações iniciais os estudantes se dispersaram na praia, a fim de explorar vários pontos. A coleta priorizou materiais plásticos descartados, ou não, na areia. Muitos materiais são trazidos também pelo movimento das águas oceânicas sendo fragmentados e reduzidos à microplásticos. A Figura 2 mostra uma porção de pequenos fragmentos coletados pelos estudantes.



Figura 2. Lixo plástico fragmentado e coletados pelos estudantes na areia da praia de Piúma.

Todo o lixo plástico coletado na areia da praia foi levado para o laboratório da escola, como mostra a Figura 3.



Figura 3. Tratamento do lixo plástico no laboratório da escola.

No laboratório os estudantes receberam como material de apoio uma tabela para a classificação do plástico coletado, como mostra a Figura 4.



Figura 4. Classificação do lixo plástico no laboratório da escola.

A sequência teve como objetivo debater, a partir da temática “Petróleo”, por meio de conceitos científicos, as propriedades e o impacto que um de seus derivados, o plástico, vem causando ao ecossistema marinho, além de trabalhar com os alunos o pensamento crítico e reflexivo frente às transformações na sociedade contemporânea, como consumo desnecessário e descarte indevido de resíduos sólidos.

A avaliação das atividades ocorreu de forma qualitativa e processual. Zabala (1998) defende que a avaliação deve contemplar os campos: conceitual (informações e conceitos – saber o quê); procedimental (habilidades e técnicas – saber fazer e atitudinal (valores, normas e atitudes – saber ser).

No campo procedimental foi solicitado aos estudantes a confecção de um mural no ambiente escolar e ainda, de um jornal onde seriam aplicados os conhecimentos obtidos durante o desenvolvimento da sequência didática.

A confecção do jornal foi pautada no tema “Petróleo”. Nesse recurso foram utilizados diferentes tipos de linguagem para o desdobramento da temática nas dimensões Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Portanto, para auxiliar nessa produção, foi convidada uma jornalista de um conhecido jornal da cidade de Piúma, Luciana Máximo. A convidada promoveu com a turma uma “oficina” de jornal que foi registrada, como mostra a Figura 5.



Figura 5. Momentos com a jornalista Luciana Máximo em oficina de jornal.

No campo conceitual os conhecimentos científicos da química, previstos no currículo básico, foram avaliados por meio do desenvolvimento de atividades em listas de exercícios, discussão de questões específicas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A interdisciplinaridade foi contemplada na dimensão transversal da temática Meio ambiente. Nessa temática o petróleo foi o ponto de partida para estudos sobre reciclagem, descarte de materiais e impactos ao meio ambiente, dentre outros. Nessa dimensão foi possível abarcar os pressupostos do enfoque CTSA e no campo da avaliação atitudinal foram analisadas as falas dos estudantes em depoimentos colhidos ao final da sequência.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos conceitos e assuntos abordados durante o desenvolvimento da sequência didática.

Tabela 1. Categorias e conhecimentos abordados.

Conteúdo programático	Meio ambiente
Conceitos básicos da química Orgânica, como as propriedades do carbono, Hidrocarbonetos (classificação e nomenclatura), funções orgânicas e interações intermoleculares.	Petróleo (aspectos gerais), plásticos (cadeia produtiva, reações de polimerização, classificação, propriedades e impacto desses materiais para o meio ambiente em geral.

Para o desenvolvimento das atividades foram utilizados os seguintes recursos e materiais: aparelhos de mídias digitais (computador, data show, celular), laboratório de ciências, kit para experimentação, documentários, pesquisas em internet, luvas descartáveis, materiais de papelaria, jornais, livros didáticos e paradidáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aprendizagem ocorrida durante o processo foi verificada em diferentes dimensões, como já detalhado anteriormente. A sequência desenvolvida permitiu o uso de diferentes recursos que pudessem facilitar a aprendizagem, além de possibilitar o engajamento e o protagonismo dos estudantes.

O conceitual foi desenvolvido pelos instrumentos aplicados após as aulas expositivas e atividades práticas no laboratório. Foram utilizadas listas de exercícios para revisão dos conceitos básicos da química orgânica bem como da classificação de cadeias e nomenclatura de hidrocarbonetos. O relatório de prática experimental também foi um instrumento utilizado para avaliar aprendizagem em torno das propriedades dos compostos orgânicos e suas interações com outros materiais e o meio ambiente.

Ainda, nesse campo, os alunos tiveram a oportunidade de lançar mão de conceitos prévios que ajudaram na articulação e construção de novos conhecimentos. Essa mobilização foi observada nas aulas dialogadas, tais como: estrutura atômica, tendências periódicas, ligações químicas – ligação covalente, escalas termométricas, mudanças de estados físicos da matéria, dentre outras.

A aprendizagem no campo procedimental foi avaliada no percurso de elaboração do jornal. Nessa atividade os estudantes organizaram grupos de trabalho (GT) e empregaram técnicas aprendidas durante a oficina com a jornalista, recursos de informática, pesquisa à internet e consulta a materiais didáticos e paradidáticos disponíveis na biblioteca da escola. A Figura 6 mostra o momento em que os estudantes apresentaram para a comunidade escolar os jornais produzidos digitalmente e impressos para o compartilhamento.



Figura 6. Apresentação do jornal confeccionado pelos estudantes à comunidade escolar.

A prática de seleção do lixo plástico coletado na praia pelos estudantes, bem como a seleção do material no laboratório e sua classificação também permitiu uma avaliação qualitativa, verificada por meio de consulta a tabelas e elaboração de classes relacionadas ao material coletado.

Uma estratégia utilizada como recurso de avaliação procedimental foi a confecção de um mural cujo objetivo era o de sensibilizar a comunidade escolar. Nele, foram destacados: a imagem de uma tartaruga envolta em plástico e palavras relacionadas a este material como reduza, recicle e reutilize, atraindo olhares para a problemática. Na confecção, que contou com o engajamento de todos os estudantes, foi utilizado o próprio material (lixo) coletado pelos estudantes na praia de Piúma, como mostra a Figura 7.

O mural visou ainda trazer um impacto e reflexão por meio da mensagem: “Faça sua parte”.



Figura 7. Mural confeccionado no espaço próximo ao refeitório da escola.

No campo atitudinal a avaliação se deu por meio de trocas nas rodas de conversa e também de depoimentos expressados pelos estudantes. Conforme evidenciam os depoimentos foi possível verificar um sentimento de gratidão pelo trabalho desenvolvido, como exemplo na fala de uma aluna: “muito obrigada professora, você mudou a minha maneira de ver o mundo em que vivo e não posso mais ser a mesma pessoa”. O sentimento expresso no depoimento demonstra uma mudança de valores e atitudes frente a um problema que, até então não havia sido tratado em sala de aula.

A percepção de que houve mudança de atitudes dos estudantes evidenciou a importância em valorizar assuntos de presentes no cotidiano. Dessa forma, é possível afirmar que essas abordagens podem facilitar a reflexão crítica das implicações do avanço científico e tecnológico para o homem e o meio ambiente, constituindo-se em questões da vida cidadã (Brasil, 2019, p. 10).

Essa percepção foi alcançada com a análise dos depoimentos finais dos alunos ao serem solicitados a propor soluções para a problemática que resultou no trabalho desenvolvido nas aulas de química. A seguir são apresentados alguns fragmentos que corroboram esta afirmação. Vale ressaltar que os depoimentos foram feitos de forma escrita e por grupos de trabalho.

GT1- [...] *dentre as formas de prevenção é importante salientar o uso exagerado de sacolas do supermercado, canudos, copos descartáveis entre outros derivados do petróleo. Com isso a prefeitura com a ajuda da população irá ajudar a amenizar os impactos ambientais provocados pelo lixo.*

Pelo excerto, é possível observar que a proposta de solução para o impacto do lixo plástico na praia do município de Piúma parte do conhecimento científico adquirido com os estudos. Ao mencionar materiais “derivados do petróleo” o grupo demonstra a importância da dimensão conceitual para a formação cidadã, além de ressaltar um comportamento que deve ser evitado pelas pessoas a fim de reduzir o impacto ao meio ambiente.

GT2- *Os órgãos responsáveis deveriam usar as leis já existentes para tornar a fiscalização mais rígida.*

A afirmação do grupo resalta o caráter social presente na abordagem do problema. Os estudantes demonstram ter consciência de que existam leis ou que, essas podem ser criadas no sentido de dar proteção ao meio ambiente. Nessa perspectiva a prática fundamentada no enfoque CTSA contribuiu para a formação de cidadania dos alunos que demonstraram compreender e refletir sobre os impactos do descarte de plásticos no meio em que vivem, propondo alternativas para que o mesmo seja reduzido. Corroborando Pereira *et al.* (2023), foi possível compreender e refletir sobre os impactos da ciência e da tecnologia às diferentes esferas da sociedade contemporânea.

GT3- *Para melhoria da nossa praia em relação ao lixo a secretaria do meio ambiente deveria propor uma caminhada pela orla pelo menos uma vez por semana que atraísse gente que queria ajudar na limpeza da praia, nessa caminhada as pessoas que fossem ajudaria na coleta de lixo e no final poderia ter algo para recompensar essas pessoas, com alguma palestra sobre o meio ambiente, lanches e dinâmica.*

Aqui, o grupo propõe o envolvimento da comunidade. Esta reflexão demonstra o pensamento coletivo, assumindo que o compromisso é de todos os moradores da cidade. Esse pensamento é de extrema importância e reflete valores que auxiliam os indivíduos tanto na tomada de decisões quando na atuação cidadã. Como afirmado por Luck (1994) a educação interdisciplinar pode propiciar uma formação integral dos alunos, de forma que, esses possam atuar criticamente na comunidade por meio de uma visão global de mundo. Ou seja, todos são responsáveis pelo planeta e cada ação faz a diferença.

Em outros depoimentos os demais grupos ressaltaram a importância da coleta de lixo na praia, da fiscalização mais rígida, uso de sacolas sustentáveis, campanhas de conscientização com incentivo ao uso de materiais reciclados, conscientização dos turistas, dentre outras.

De todos os depoimentos que expressaram, em conjunto, o desejo de mudança, vale destacar aqui um depoimento em especial. Nele, a aluna expressa o que, realmente, a prática desenvolvida nas aulas de química, representou para a sua vida:

CONSCIENTIZAÇÃO...Essa palavra tem me confrontado a dias. Confesso que o sentimento que prevalece é a tristeza, angústia, inutilidade. Aprendo todos os dias que se conscientizar não é apenas ter entendimento sobre determinado assunto, mas é principalmente, ter um posicionamento contrário e transformador sobre isso. Plásticos. Uma coisa tão comum no dia a dia de todos, mas que infelizmente, não está presente apenas na nossa realidade



desenfreada e consumista de ser, mas também na realidade de um ecossistema tão rico, mas ao mesmo tempo tão frágil e indefeso que é o marinho. [...] Mas o que eu não sabia é que nada disso importa se eu não me comover e intervir de alguma forma para o meu mundo melhorar. Afinal, nada nos define melhor do que o lugar onde vivemos. E seríamos muito egoístas se pensarmos apenas a nossa cidade, porque o nosso reflexo completo, de corpo, alma e espírito é o mundo como um todo. [...] Como a própria vida de todos aqueles animais que sofrem com pequenas atitudes impensáveis de todos nós.

Ao destacar a palavra ‘conscientização’ no início do último depoimento, a estudante demonstra o efeito da ação educacional sobre sua forma de ver, refletir e se posicionar diante da problemática com a qual foi confrontada. Adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos e utilizá-los, de forma crítica, na mobilização de valores e atitudes, diante de situações concretas é um dos objetivos do enfoque CTSA (Auler, 2007).

Os plásticos, de uso único e seus derivados, se tornaram rotineiros e quase não percebemos sua utilização. Dessa forma, os estudantes não questionaram o fato de coletar lixo plástico utilizando o próprio material na coleta (sacos plásticos). Isto demonstra a importância da pauta que, como já apontado antes, é essencial no ambiente escolar a fim de se alcançar uma formação mais ampla dos estudantes.

CONCLUSÃO

O trabalho relatado neste artigo teve como objetivo desenvolver a aprendizagem de conceitos da química orgânica e, paralelamente, facilitar a reflexão crítica das implicações e impactos dos plásticos no ambiente marinho.

Buscou-se desenvolver uma educação interdisciplinar e com enfoque CTSA. Nesse sentido a temática petróleo, inserida no estudo da química orgânica, orientou para atividades que possibilitaram a compreensão de aspectos científicos, tecnológicos, sociais e, principalmente, ambientais. Isto foi possibilitado ao trazer para as aulas de química a problemática da poluição do ambiente marinho ocasionada pelo descarte inadequado dos plásticos.

O ensino de química, na maior parte, é bastante conceitual, quando trabalhado na forma convencional. Propor atividades diversificadas, a partir de temáticas contemporâneas que afetam a vida do homem e do ambiente cria um ambiente dinâmico e fértil para a aprendizagem. Nele, o aluno identifica situações da vivência real e se sente mais estimulado a participar do processo.

O desenvolvimento da sequência relatada evidencia o poder da mediação do professor para transformações e mudanças de atitudes, o que foi percebido nas falas e no protagonismo dos estudantes. Com isso é possível afirmar que, para uma formação integral, a atuação do professor não pode ficar restrita ao campo conceitual, mas, abarcar outras dimensões do currículo a fim de formar cidadãos com capacidade de atuar criticamente em diferentes contextos.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo, pelo apoio e incentivo à pós-graduação. À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, Peter *et al.* **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente.** Bookman Editora, 2018.
- AULER, Décio. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade:** Pressupostos para o Contexto Brasileiro. *Ciência & Ensino*, v.1, número especial, novembro de 2007.
- BRASIL. PCN + Ensino médio: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação. Brasília: SEMTEC. 2019
- DELIZOICOV, Demétrio, *et al.* **Ensino de Ciências:** fundamentos e métodos, 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- LÜCK, Heloísa. **Pedagogia Interdisciplinar: fundamentos teórico-metodológicos.** Petrópolis: Vozes. 1994.
- PEREIRA, João Guilherme Nunes; DE SOUZA, Cyndi Beatriz Anjos; DE GOES SAMPAIO, Caroline. Biodiesel e Educação Ambiental no Ensino de Química: Uma abordagem CTSA aplicada no curso técnico em Química do IFCE–Campus Maracanaú. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 5, p. 1-16, 2023.
- ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.