



Plástico no Mar: Polímeros à Deriva!

Amélia B. de Souza, Anne Caroline C. Santos, Joseane de A. Santana e Maria Clara P. Cruz

O objetivo deste trabalho foi utilizar o tema “Poluição Marinha por Plásticos” no ensino de polímeros através da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A intervenção didática ocorreu numa escola pública em Sergipe com estudantes da 3a. série do Ensino Médio. O intuito foi estudar o tripé polímero-plástico-sociedade e o desenvolvimento de valores como descritos em Santos e Mortimer (2000). A análise dos discursos dos alunos por Análise Textual Discursiva (ATD) evidenciou a relevância do estudo das questões sociocientíficas relativas aos impactos sociais provocados pelos plásticos nos mares e contribuiu para a aprendizagem dos estudantes por meio da apropriação dos conceitos científicos, conseguindo relacionar a ciência ao cotidiano, além de uma posição crítica.

► poluição marinha, polímeros, ciência, tecnologia e sociedade ◀

Recebido em 08/02/2021, aceito em 04/10/2021

320

A produção global de plásticos aumentou drasticamente de 2 milhões de toneladas em 1950 para 335 milhões de toneladas em 2016. O aumento da produção e do consumo de plásticos é proveniente do baixo custo/benefício desses materiais, do crescimento populacional e também do desenvolvimento de atividades industriais, medicinais e agrícolas, com o propósito de melhorar a qualidade de vida humana (Alimba, Faggio, 2019). No entanto, o mau gerenciamento dessas atividades e o descarte inadequado desses plásticos sintéticos, chamados cientificamente de polímeros, aumentou o nível de poluição na maioria dos ecossistemas aquáticos e terrestres de todo o mundo (Chatterjee, Sharma, 2019).

A decomposição desses materiais plásticos na natureza é um fator preocupante devido a sua grande durabilidade e resistência a corrosão. É conhecido que compostos plásticos levam muitos anos para se decompor em fragmentos menores, a depender das condições ambientais, e que esses plásticos com tamanhos menores ou iguais a 5 mm, definidos como microplásticos, por serem muito

pequenos podem ser consumidos por corais, plânctons, peixes e baleias, transferidos ao longo da cadeia alimentar e provocando deste modo ameaças toxicológicas a toda a biota aquática (Chatterjee, Sharma, 2019; Alimba, Faggio, 2019). Dessa forma, o estudo da disciplina de Química é

muito importante nesse contexto, pois através do seu aprendizado é possível repensar a utilização e o consumo de plásticos, bem como buscar alternativas para solucionar problemas.

Entende-se que o ensino de Química como compromisso social requer uma mudança na postura do educador quanto às questões apresentadas por Santos e Schnetzler (2010) ao relatarem que formar o cidadão não consiste apenas em ensinar a química dos

polímeros, das poliamidas, dos policarbonatos, dos hidrocarbonetos ou das sulfamidas. O educador deverá considerar que o discente é um sujeito de significados. Dessa forma, cabe-lhe utilizar uma pedagogia crítica, capaz de auxiliar o aluno a tornar-se um cidadão reflexivo, com poder de interferir e, se preciso, modificar o meio social em que se encontra inserido.

Entende-se que o ensino de Química como compromisso social requer uma mudança na postura do educador quanto às questões apresentadas por Santos e Schnetzler (2010) ao relatarem que formar o cidadão não consiste apenas em ensinar a química dos polímeros, das poliamidas, dos policarbonatos, dos hidrocarbonetos ou das sulfamidas. O educador deverá considerar que o discente é um sujeito de significados.

A contextualização crítica no ensino de Ciências, conforme propõem Santos (2008) e Santos *et al.* (2010), está apoiada em uma perspectiva humanística, aliada às ideias de Paulo Freire, através de uma abordagem social dos conteúdos, voltada para a justiça e igualdade social. Dessa forma, considerar a contextualização crítica tendo em vista a abordagem CTS é algo relevante na formação de alunos que se posicionarão frente aos desafios propostos pela Ciência e Tecnologia na sociedade moderna, tal como defendem estudiosos como Aikenhead (2005), Pinheiro; Silveira e Bazzo (2007), e Santos e Schnetzler (2010).

A Educação CTS objetiva a Alfabetização Científica em um mundo em que muitas vezes não se reconhece os impactos tecnológicos que ocorrem no dia a dia.

Dito isso, propõe-se uma pesquisa voltada a um ensino de Ciências que propicie oportunidades de desenvolver, entre outras capacidades, o raciocínio e a argumentação, como defendem Jimenez e Bustamante (2003).

Com base no que foi exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal utilizar o tema “Poluição Marinha por Plásticos” no ensino de polímeros através da abordagem CTS para alunos do terceiro ano de Ensino Médio.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi realizada com 23 alunos do 3.º ano do Ensino Médio, no período matutino do Colégio Estadual Professor Antônio Fontes Freitas, pertencente à rede pública de educação, e localizado em Nossa Sra. do Socorro – SE. A intervenção didática foi conduzida pelos autores da pesquisa, sob supervisão do professor regente. Foram utilizadas para a aplicação das atividades quatro aulas, cada uma com duração de 50 minutos. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, conforme descrito por Muenchen e Delizoicov (2014).

Na primeira etapa ocorreu o processo de investigação, para verificar se o tema social proposto poderia ser implementado. Na segunda etapa, os educandos e o educador trabalharam o tema escolhido, procurando significados sociais e científicos, para consciência e conexão com o mundo. Por fim, na última etapa os alunos e o professor buscaram enxergar o tema além de uma primeira visão, para a transformação do contexto vivenciado (Francisco Jr. *et al.*, 2008).

Na primeira etapa do processo de investigação foi feita uma discussão em sala de aula com os estudantes, de modo a investigar qual o conhecimento prévio que os alunos possuíam sobre a temática. Para este momento do estudo, foi utilizado um gravador de áudio. As perguntas feitas foram: O que são plásticos para vocês? Vocês utilizam o plástico

no cotidiano? Em quê? Vocês acreditam que esse plástico que vocês utilizam vai parar aonde? Vocês pensam que os plásticos que vocês utilizam podem chegar em outro lugar? Então com o vento e com o descarte inadequado esses materiais podem chegar em outros lugares como nos mares. O que vocês julgam que pode acontecer? O que são polímeros? Vocês já ouviram falar?

A Educação CTS objetiva a Alfabetização Científica em um mundo em que muitas vezes não se reconhece os impactos tecnológicos que ocorrem no dia a dia. Dito isso, propõe-se uma pesquisa voltada a um ensino de Ciências que propicie oportunidades de desenvolver, entre outras capacidades, o raciocínio e a argumentação, como defendem Jimenez e Bustamante (2003).

Na etapa seguinte, que consistiu na organização do conhecimento, foi exibido um documentário sobre a poluição por plásticos nos mares, intitulado como: “Terror! O lixo espalhado nos oceanos!” (<https://www.youtube.com/watch?v=M-PE74QNVzp8>). A partir disso, foi conduzida uma discussão em sala sobre o aspecto social do descarte incorreto do plástico. Em seguida foi ministrada uma aula sobre polímeros com a exposição de imagens

dos plásticos espalhados nos oceanos e dos animais se alimentando deles. Além disso, foi mostrado o nome científico de alguns polímeros que compõem os plásticos, bem como a sua respectiva reação química de síntese. Dessa forma, foi retomada a discussão com base nos conceitos científicos do que seja um plástico.

Nesse contexto, essa aula se caracteriza como uma abordagem CTS devido a dois fatores. O primeiro deles é visto ao estudar o tripé polímero-plástico-sociedade e por fim, o desenvolvimento de valores como descritos em Santos e Mortimer (2000):

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais. Será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade (Santos e Mortimer, 2000, pp 114).

Durante o processo de aplicação do conhecimento, os alunos desenvolveram uma produção textual intitulada “Plástico no mar: polímeros à deriva”. Por meio dessa atividade foi analisado o discurso dos alunos por meio da Análise Textual Discursiva (ATD). Moraes e Galiazzi (2007) defendem que a ATD pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de novos significados, em relação à produção textual. Partindo dessa perspectiva, a partir das leituras teóricas das concepções dos alunos na produção textual, é possível admitir a concretização ou compreensão de uma teoria. A mudança de visão em relação à sociedade pode ser vista através dessas análises de discursos dos estudantes.

Nos Quadros 1 a 6 estão apresentadas as categorizações da Análise Textual Discursiva (ATD) para cada pergunta problematizadora. As categorias definidas *a priori* são: *incorpora*, *tangencia* e *distancia*. O termo *incorpora* significa que a resposta está correta; o termo *tangencia* se aproxima da resposta correta e a palavra *distancia* quer dizer que o resultado se afasta do conceito correto.

Através das respostas dos alunos exibidas neste quadro, percebeu-se que nenhum dos alunos dessa turma sabia, ou não relacionou os plásticos como sendo uma categoria de polímero, o que configura característica da concepção *distancia*. Vale salientar que cerca de 60% dos estudantes acreditavam que os plásticos se limitavam apenas a sacolas e canudos plásticos, trocando a função do produto pelo conceito.

No quadro 2 são mostradas as informações sobre a utilização desse plástico no cotidiano dos alunos. Quanto ao uso, todos os estudantes declararam utilizar o plástico em grande escala, principalmente sacolas e canudos plásticos, o que os classifica na concepção *tangencia*.

Na análise do Quadro 2, chamou a atenção que alguns alunos que anteriormente falaram que não sabiam explicar o que eram plásticos, neste segundo momento afirmaram que fazem uso deles e escolhem os produtos em geral que comprarão pelas embalagens, já que é algo que para eles trazem beleza, e chamam sua atenção. Santos (2014) declara que a

produção de embalagens plásticas começou a se desenvolver na indústria brasileira na década de 1970, produzindo embalagens chamativas e criativas, acompanhando a tendência mundial. A produção de embalagens diferenciadas gera grande impacto na compra do produto até os dias atuais devido a seu avanço tecnológico que, além de proteger o produto, possui diversas funções relacionadas à comunicação ou à própria interação com o consumidor.

Dessa forma, é essencial que os estudantes possuam o entendimento sobre os impactos ambientais acarretados pelo uso compulsivo desses materiais, para poderem desenvolver uma reflexão sobre a diminuição do uso e alternativas que possam minimizar essa realidade.

O Quadro 3 apresenta a sondagem a respeito do entendimento dos alunos sobre onde vão parar os plásticos que eles utilizam. A maioria dos alunos teve concepção classificada como *tangencia*. Em suma, foi percebido que a concepção vigente foi limitada, no sentido de que os plásticos vão parar apenas no lixo ou lixão, como se não houvesse outro caminho. “No Brasil, os resíduos plásticos não reciclados são deixados em lixões ou aterros sanitários, onde levarão anos para se decompor, em desrespeito ao artigo 47 da Lei nº 12.305 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)” (Olivatto *et al.*, 2018, p. 5).

Muito se ouve sobre a coleta seletiva, principalmente em relação a materiais como os plásticos. No entanto, como visto no Quadro 3, os alunos não relataram nada a respeito da coleta seletiva e muito menos sobre o descarte indevido

Quadro 1: Categorização pelo entendimento dos alunos sobre o conceito de plástico.

Categoria	Descrição	Unidades de significados
Distancia	Sem opinião formada.	A7: “Não sei”. A15: “não sei explicar”.
Tangencia	Esta categoria remete a não argumentação para a sua resposta.	A8: “é um material plástico”. A4: “cadeira, sacolas, vasilhas, garrafas, mesa... tantas coisas”.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2: Categorização das respostas à pergunta: “Vocês utilizam o plástico no cotidiano de vocês? Em que?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Tangencia	Os alunos apresentam a utilização apenas relacionada ao uso de alguns materiais.	A7: “eu uso em tudo”. A4: “uso muitas sacolas plásticas, embalagens, garrafinhas, canudos”. A10: “uso demais professora, gosto de comprar coisas que vem bem embaladas, ficam bonitas...”.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3: Categorização do entendimento dos estudantes a respeito de onde vão parar os plásticos que eles utilizam.

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Tangência	Os alunos respondem que os plásticos que utilizam vão para o lixão ou aterro sanitários, sem argumento nenhum.	A1: “No lixão”. A7: “minha mãe coloca o lixo e o carro pega e leva pro lixão”. A12: “no aterro sanitário”.

Fonte: Autoria própria.

dos plásticos. Mucelin e Bellini (2008) afirmam que o lixo urbano, muitas vezes, é o grande responsável pelos impactos ambientais, ao considerar que exercem influência negativa pela disposição inadequada desses resíduos, ou seja, devido ao grande consumo cotidiano de produtos industrializados, responsável pela contínua produção de lixo e o descarte indevido desses materiais.

No Quadro 4 são apresentadas as opiniões dos alunos quando questionados a respeito do que pensam sobre onde podem parar os plásticos que utilizam. Notou-se que cerca de 90% dos alunos não possuíam uma concepção definida, pois acreditam que os plásticos vão parar no lixão e ficam lá para sempre. Eles não desenvolveram a ideia de decomposição dos plásticos. No entanto, um fato interessante é que eles começaram a ter uma percepção maior a respeito do destino dos plásticos quando descartados, a partir das respostas de dois alunos. Esses alunos apresentaram a concepção *incorpora* quando afirmaram que os plásticos podem ser levados para outros lugares, ressaltando que a chuva pode conduzi-los para os bueiros e podem chegar aos oceanos.

Essa abordagem é feita por Cortez (2018) quando relata que a origem do lixo marinho não está limitada apenas às atividades humanas litorâneas, mas também a inundações, aos ventos, e a dejetos despejados nos rios e transportados

para o mar. Em vista disso, percebe-se a relevância de discutir em sala de aula questões voltadas a uma educação científico-tecnológica, preparando o estudante para desempenhar seu papel de cidadania diante dos fatos.

No Quadro 5 estão elencadas as categorizações produzidas a partir dos discursos dos alunos sobre a poluição por plástico nos mares, e quais os impactos ambientais que isto pode causar.

Analizando as falas a partir dessas categorizações, é perceptível que alguns alunos possuem uma visão errônea em relação à causa da poluição marinha por plásticos, por isso é tão importante a inserção da educação ambiental nas aulas de química e de ciências em geral. Muitas vezes, o aluno conclui o Ensino Médio sem nenhum ou pouco conhecimento sobre questões ambientais, o que

reflete negativamente na sociedade.

Nessa categorização, apenas dois estudantes tiveram uma visão que se encaixa na categoria *incorpora*, ressaltando que os animais podem se alimentar, ficar presos em materiais plásticos e morrer em consequência disso. O restante dos alunos da turma ainda possuía concepções *distancia* e *tangencia*.

No Quadro 6 está apresentada a categorização segundo a ATD. Após analisar as respostas dos alunos, foi perceptível que eles nunca ouviram falar sobre polímeros e não fizeram relação alguma com os plásticos. Desta forma, não há concepção científica.

Quadro 4: Categorização das respostas à pergunta: “Vocês acreditam que os plásticos que vocês utilizam podem parar em outro lugar?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Tangência	Sem fundamentação científica.	A1: “fica lá no lixão mesmo”. A7: “fica lá pra sempre”.
Distância	Relacionou a um filme que assistiu.	A12: “eu acho que acontece igual a Monstros S.A.”
Incorpora	Os plásticos podem ser levados para outros ambientes.	A11: “a chuva leva pros bueiros”. A18: “eu vi na TV que podem chegar até nos oceanos”.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5: Categorização das falas dos alunos em resposta à questão: “Sobre a poluição por plásticos nos mares, o que vocês pensam que pode acontecer?”

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distância	Sem opinião formada.	A1: “nada”.
Tangência	Desconhecimento do fato de que os animais podem se alimentar dos plásticos ou ficarem presos.	A18: “eu não acho que acontece nada, porque os animais não vai comer plástico, não é comida”.
Incorpora	Consciência sobre como a poluição por plásticos afeta a vida marinha.	A6: “eu já vi que os animais podem morrer porque comem ou ficam imprensados”. A17: “teve uma tartaruga que tinha um canudo no nariz ela quase morreu professora por causa do plástico”.

Fonte: Autoria própria.

Categoria	Descrição	Unidades de significado
Distância	Os alunos não sabiam o que são polímeros e não possuem a ideia que os plásticos são um tipo de polímero.	A1, A2, A4: “não sei não”. A7, A9: “não faço a mínima ideia”. A12: “nunca ouvir falar na minha vida”.

Fonte: Autoria própria.

Verifica-se que é de extrema relevância abordar em sala de aula temas que incluam Ciência, Tecnologia e Sociedade. A abordagem CTS permite ao aluno acesso a um conhecimento mais abrangente e está de acordo com “a proposta freiriana, enquanto visa à alfabetização científica e tecnológica proporcionando subsídios e estratégias que contribuem para a formação de cidadãos melhor informados e atuantes nas transformações da sociedade” (Roehrig *et al.*, 2011, p. 4).

Com essa abordagem, o estudante tende, a saber como as inter-relações entre Ciência e Tecnologia podem interferir em seu meio social. Isto pode modificar sua posição a respeito de não jogarem plásticos nas ruas e praias, do consumo descontrolado e do descarte indevido desses materiais. Dessa forma, pode desenvolver uma conscientização ambiental a respeito da temática, possibilitando outras melhorias através da reflexão que será despertada.

Silva, Santos e Silva (2013) estudaram a degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas, e utilizaram como ferramenta metodológica o estudo de caso. A pesquisa foi realizada na Escola Municipal Verçosa e Silva em Alagoas, com 280 alunos do 6.º ao 9.º ano do Ensino Fundamental II com faixa etária de 10 a 18 anos. Os resultados apontaram que, no início da pesquisa, os alunos também desconheciam a coleta seletiva, bem como a gravidade dos impactos ambientais que os plásticos causam na natureza. Ao final das atividades, os pesquisadores julgaram que os estudantes aprenderam ser possível preservar o meio ambiente através de atividades simples do cotidiano, a partir de atitudes que priorizem a redução, reutilização, reeducação e reciclagem.

Nesse contexto, foi dada continuidade à aula, e a etapa seguinte consistiu na organização do conhecimento. Durante uma aula de 50 minutos, os alunos foram levados ao universo da poluição marinha ocasionada por plásticos, através de um recurso audiovisual em formato de documentário que abordava os seguintes temas: a) os plásticos espalhados pelos oceanos; b) como são levados para os oceanos; c) a morte dos animais marinhos pela poluição por plásticos; d) a alimentação desses animais por plásticos e, por fim, e) como esse plástico volta para os humanos através da alimentação.

Os alunos ficaram surpresos após assistirem ao documentário e entenderem como de fato acontece essa contaminação

dos alimentos por plásticos. Consideraram absurda essa realidade, e foi possível verificar um posicionamento de indignação por parte dos estudantes através das falas gravadas via áudio, como as mostradas abaixo:

“Que absurdo, não podemos aceitar isso, vou falar com minha mãe pra diminuir o uso de sacolas e eu não vou querer mais canudos plásticos, coitados dos animais” A7.

“Nós também estamos comendo plásticos, temos que parar com isso urgente” A3.

“Caramba, isso é verdade mesmo? Os governantes precisam impedir isso e rápido, tem que ter coleta seletiva e reciclagem, ainda mais que podemos estar comendo esses plásticos” A12.

“A reciclagem é muito importante, temos que mudar isso, começando também pelos pescadores que deixam as redes de pescas matando os bichinhos, eles estão errados” A2.

“Esse mundo deve inserir tecnologias melhores para mudar os plásticos por outros materiais, eu vi que tem uma empresa que eu não sei onde é, mas ela faz os plásticos acho que de trigo, quando chega nos mares é comível pros animais” A4.

Durante esse momento os alunos ficaram livres para discutirem a realidade posta, e o intrigante é que eles começaram a se posicionar sem nenhuma intervenção da pesquisa, refletiram sobre a temática e afirmaram que iriam mudar seus estilos de vida e até conscientizar sua própria família. Dessa forma, verifica-se o quanto é importante que a educação ambiental esteja presente nas salas de aula, desenvolvendo um despertar consciente diante da sociedade em que vivem. Nota-se do mesmo modo a relevância da abordagem CTS.

Após a apresentação do documentário, deu-se início a duas aulas contextualizadas com abordagem CTS sobre polímeros, com duração total de 100 minutos. Foi explicado desde o conceito químico até suas funcionalidades, com exposição de algumas imagens com os nomes científicos dos polímeros e a reação química de síntese. As aulas consideraram a ciência dos polímeros, a tecnologia nas produções industriais desses materiais e a sociedade, com os impactos ambientais que os plásticos estão causando nos oceanos que

Ao final das atividades, os pesquisadores julgaram que os estudantes aprenderam ser possível preservar o meio ambiente através de atividades simples do cotidiano, a partir de atitudes que priorizem a redução, reutilização, reeducação e reciclagem.

diretamente chegam ao meio em que vivemos. O Quadro 7 traz as imagens que os alunos puderam analisar sobre esse assunto.

Nessa etapa, após as indagações e reflexões ao assistirem ao documentário e verem as exposições das imagens que mostram que a realidade estava mais próxima do que

Quadro 7: Poluição por plásticos, nome popular e científico e reação de síntese.

Poluição Marinha	Nome Popular	Nome científico e Reação Geral
 <https://www.nationalgeographicbrasil.com/2018/05/animais-plastico-uso-unico-oceanos-lixo>	Nylon 6.6	$n \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{C}-\text{R}-\text{C} \\ \quad \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array} + n \text{H}_2\text{N}-\text{R}'-\text{NH}_2 \rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{C}-\text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}'-\text{N} \end{array} \right]_n + 2\text{H}_2\text{O}$ Poli (Hexametileno adipamida)
 <https://www.climatempo.com.br/noticia/2018/05/30/ue-planeja-medidas-abrangentes-contra-lixo-plastico-1072>	Copo Descartável	$n \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{cat.}} \left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$ Propileno Poli (propileno) (PP)
 <https://wildwanderlustapparel.com/blogs/environmental-issues/ocean-plastic-pollution>	Sacola Plástica	$n \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow[\text{P, } \Delta]{\text{cat.}} \left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}-\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$ Polietileno (PE)
 <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45519251>	Garrafa PET	$n \text{H}_2\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} + n \text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}$ etilenoglicol ácido tereftálico $\xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \left(\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right)_n$ Poli(etileno tereftalato) PET

Fonte: Autoria própria.

eles poderiam imaginar, houve uma participação ativa dos estudantes. Eles naturalmente começaram a tirar dúvidas, fizeram questionamentos, e compreenderam como ocorrem as reações, além de demonstrarem uma reflexão a respeito dessa temática. Assim, verifica-se o quanto é importante e necessário sair do modelo de currículo fragmentado de ensino e trazer temas com que os alunos possam se identificar e perceber que está de fato presente em seu dia a dia.

Com o objetivo de questionar e problematizar o motivo pelo qual alguns conteúdos/temas não fazem parte da rotina da sala de aula no Ensino Médio na disciplina de química, Pereira e Ferreira (2011) desenvolveram um projeto em que relacionam o conteúdo polímeros sintéticos com o tema meio ambiente. O trabalho foi desenvolvido com alunos do 3.º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual na Cidade de Pelotas. As atividades seguiram os Parâmetros Curriculares Nacionais e as vertentes CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para o ensino de Ciências/Química. Diante dos resultados obtidos com a aplicação do projeto, a problematização sobre a utilização e o descarte de polímeros sintéticos se apresenta como uma alternativa de ensino do tema, pois possibilita ao estudante experiências dos conteúdos de Química em uma dimensão social, forma cidadãos críticos, preparados para contribuir para a formação de uma sociedade melhor, mais humana e consciente.

A inserção desses plásticos no ambiente marinho traz consigo uma vasta série de problemas de ordem ecológica e principalmente ambiental, devido à grande ameaça para as populações de aves, tartarugas, peixes e mamíferos marinhos causada pela ingestão desses materiais sintéticos, ao confundirem com alimentos (Santos *et al.*, 2004). Carminatto (2017, p. 235) mostra que “Tartarugas marinhas, mamíferos e aves marinhas podem ingerir esse lixo confundindo-o com suas presas, o que compromete o seu sistema digestivo, levando à morte por inanição, sufocamento ou emaranhamento”.

De acordo com Kühn, Rebolledo e Van Franeker (2015), a ingestão de plástico por partes dos animais pode ocorrer tanto de forma intencional, diretamente ao se alimentarem, como também não intencional, e ainda de forma indireta, como quando uma espécie se alimenta de outra que já tenha ingerido o composto. Isso chega até mesmo aos seres humanos quando se alimentam dos animais que ingeriram plásticos. “Estudos sobre a composição de plásticos na água e nas praias dão conta de uma grande variedade de polímeros, sendo os mais abundantes o polipropileno (PP), o polietileno (PE), o policloreto de vinila (PVC) e o polistireno (PS)” (Thompson *et al.*, 2004 *apud* Sobral *et. al.*, 2011, p. 14).

O tamanho do material ingerido é diversificado, pois depende da limitação do organismo que vai se alimentar.

Pequenos organismos como ostras e mexilhões podem absorver partículas muito pequenas como os *microplásticos* ou fibras de plástico, no entanto, algumas espécies de peixes maiores podem absorver partículas muito maiores (*macroplásticos*), que já foram encontrados no aparelho digestivo de algumas espécies, como maços de cigarros, sacolas plásticas e até mesmo embalagens de alimentos (Silva, 2018). Existem também casos extremos, em que baleias cachalotes ingeriram 9 m de corda, 4,5 m de mangueira e dois vasos de plantas.

Diante dessa temática de grande relevância social, Santos e Mortimer (2000) afirmam que o currículo em CTS surge assim, como resultado da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que de fato não vinha sendo alcançado satisfatoriamente pelo ensino convencional de ciências nas escolas. Dessa maneira, observa-se que a educação tradicional não oferece ao aluno condições adequadas para a alfabetização científica e tecnológica necessárias para a compreensão de problemas antrópicos decorrentes do avanço tecnológico em seu contexto. Oliveira, Pereira e Pereira (2018) mostraram que, ao abordar temas ambientais e problematizados que envolvem a comunidade escolar na

totalidade, é possível desenvolver a conscientização ambiental e expandir esse conhecimento para a sociedade. Ressaltaram ainda que os educadores têm um grande poder de conscientização e que, com a comunidade escolar, possuem as ferramentas necessárias para formar cidadãos críticos e conscientes do papel que desempenham para a preservação do meio ambiente, utilizando a reciclagem como alternativa viável.

Ao continuar a sondagem, no terceiro e último momento os alunos foram orientados a desen-

volver um texto argumentativo com o objetivo de analisar o que eles aprenderam do objeto de conhecimento. A Figura 1 mostra a produção textual de um dos alunos. Nos relatos descritos nas produções textuais, os alunos demonstraram estar mais conscientes quanto às implicações ambientais causadas pelo destino inadequado dos resíduos sólidos plásticos, explanando melhorias que devem ser adotadas individualmente ou mesmo através de ações governamentais. O texto da Figura 1 mostra o contexto e o conteúdo da temática e, além disso, a tomada de decisão, o pensamento crítico e reflexivo em não lançar em qualquer lugar o lixo plástico. Vale ressaltar que o aluno em questão, durante o primeiro processo investigativo, não possuía entendimento aparente sobre o conceito de plástico, o que é polímero nem aonde o lixo iria parar. No desenvolvimento de sua produção textual, o aluno demonstrou uma grande reflexão e aprendizado sobre essa temática ambiental.

No Quadro 8 estão apresentadas as categorizações descritas através da Análise Textual Discursiva (ATD) das

Pequenos organismos como ostras e mexilhões podem absorver partículas muito pequenas como os *microplásticos* ou fibras de plástico, no entanto, algumas espécies de peixes maiores podem absorver partículas muito maiores (*macroplásticos*), que já foram encontrados no aparelho digestivo de algumas espécies, como maços de cigarros, sacolas plásticas e até mesmo embalagens de alimentos (Silva, 2018). Existem também casos extremos, em que baleias cachalotes ingeriram 9 m de corda, 4,5 m de mangueira e dois vasos de plantas.

produções textuais da turma. Ao comparar as respostas obtidas desde o processo inicial de problematização pela

Os plásticos são polímeros que é composto por várias moléculas que se repetem e forma uma macromolécula, um exemplo disso é o polietileno (através da polimerização por adição) que vemos em nossas casas nos baldes, sacos de lixo, embalagens.

Eles demoram muito tempo para se degradar pois sua cadeia é longa e apreendemos que possui ligações estáveis entre os carbonos e hidrogêneos, que diz com que demore anos pra se decompor no meio ambiente, por isso devemos descartar de maneira correta.

O descarte indevido, seja nas ruas, nas praias, e em diversos lugares faz com que não ocorra procedimentos de reciclagem nesses materiais, podendo levar esses plásticos pra diversos lugares. Esses plásticos podem chegar nos mares por diversas vias, pelo vento, pelo lixo jogado nas praias, descarte inadequado, etc. ocasionando a morte e o sofrimento de animais marinhos e também pode retornar pra nossa alimentação através da cadeia alimentar.

Por isso:

Não deixe os plásticos, os garrafas, os jornais e assim:

Planeta vive mais feliz!!

Descarte o lixo certo!!

3ºB

Figura1: Produção textual desenvolvida pelo aluno 7. Fonte: Dados da pesquisa (2019).

discussão gravada via áudio, até o processo final do desenvolvimento da dissertação, identifica-se um avanço nas respostas dos estudantes. Pode-se afirmar que cerca de 84% dos alunos desenvolveram a aprendizagem significativa do conteúdo em questão, pois relacionaram o plástico como sendo um polímero, sendo que antes eles não sabiam e nunca ouviram falar sobre o que era um polímero e, além disso, também citaram o tempo de degradação do plástico no meio ambiente, a importância da reciclagem desses materiais, bem como medidas para evitar a poluição marinha por plásticos.

O gerenciamento de resíduos plásticos está diretamente relacionado à poluição, pois “a poluição que chega aos mares está diretamente ligada ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Quanto menos estruturado for o gerenciamento dos resíduos produzidos, maior o risco de impactos ao ecossistema marinho” (VG- Resíduos, 2018, p. 1).

Vale salientar que os estudantes apresentaram argumentos relacionados ao princípio de reduzir, reutilizar e reciclar (3R's) os materiais, sendo que antes eles não possuíam esse discernimento. É notório que se discute bastante sobre a importância da sustentabilidade, de quais atitudes devem ser tomadas para diminuir a produção de lixo que aumenta gradativamente e dos princípios utilizados para a prevenção e não geração de mais resíduos.

O princípio é o dos 3 R's, são ações que trazem benefícios ao meio ambiente, reduzindo o prejuízo

327

Quadro 8: Categorização dos discursos contidos na produção textual dos estudantes.

Categorias	Unitarização	Unidade de significado
Conceito de plástico	O entendimento do significado de plástico.	A1: “os plásticos... são exemplos de polímeros. Eles são caracterizados por longa cadeia, sendo uma macromolécula”. A3: “os plásticos são polímeros que é composto por várias moléculas que se repetem e forma uma macromolécula, um exemplo disso é o polietileno (através da polimerização por adição) que vemos em nossa casa nos baldes, sacos de lixo, embalagens”.
Degradação dos plásticos	A ciência explicando a não decomposição os plásticos.	A3: “demoram muito tempo para se degradar pois sua cadeia é longa e apreendemos que possui ligações estáveis entre os carbonos e hidrogêneos”. A7: “por apresentar grande cadeia de moléculas, sua degradação no meio ambiente pode levar cerca de 400 anos”.
Descarte irregular	Problemas causados.	A3: “o descarte indevido, seja nas ruas, nas praias e em diversos lugares faz com que não ocorra procedimentos de reciclagem nesses materiais, podendo levar esses plásticos pra diversos lugares”.
Poluição marinha por plásticos	Poluição ambiental por plásticos nos mares.	A3: “esses plásticos podem chegar nos mares por diversas vias, pelo vento, pelo lixo jogado nas praias, descarte inadequado, etc. ocasionando a morte e o sofrimentos de animais marinhos e também pode retornar para nossa alimentação através da cadeia alimentar”.
Conscientização para diminuir a poluição	Planeta mais sustentável, ações para mudanças.	A1: “é preciso pensar em alternativas sustentáveis para substituir o uso do plástico, [...] como usar canudos mais duráveis, reaproveitamento de garrafas pets e usar sacola própria quando for ao supermercado”. A12: “Através de palestras escolares, educar e conscientizar a sociedade do mal que o descarte não moderado pode causar ao planeta”.
Políticas públicas	Ações governamentais.	A2: “por parte do governo por meio de ações ambientais como mobilização populacional”. A12: “o governo propor uma coleta seletiva de tais materiais”.

Fonte: Autoria própria.

ambiental, com o consumo consciente, pois segundo o Ministério do Meio Ambiente, que trabalha com a educação ambiental, a população atualmente consome 30% mais dos recursos naturais, ultrapassando a capacidade de resiliência da Terra (Mineiro et al., 2017, p. 1).

Constatou-se que o ensino contextualizado com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade contribuiu significativamente para o desenvolvimento reflexivo e crítico dos estudantes, evidenciado pela evolução de pensamento por grande parte dos alunos, que mudaram totalmente seus conceitos prévios passando a um nível ambiental, social, científico e tecnológico.

Conclusão

Inicialmente, os relatos apontaram que 100% dos alunos não tinham percepção nenhuma acerca dos problemas ocasionados pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos plásticos nas zonas urbanas e nas praias, e não apresentavam conhecimento sobre o conteúdo polímeros, pois não faziam nenhuma relação com o tema plásticos. Buscou-se desenvolver valores nos alunos através do debate na organização do conhecimento, baseado no pensamento crítico e reflexivo, mostrando a realidade da poluição por plásticos.

Detectou-se que os alunos apresentaram uma grande evolução na aprendizagem da temática, desde o conhecimento prévio modificado até a construção do senso científico. Observou-se que 84% dos estudantes conseguiram relacionar o tema polímero com seu cotidiano, e passaram a compreender os impactos ambientais e sociais causados pelo descarte inadequado. Um deles é deixar os resíduos

plásticos em vários locais, chegando por fim nos oceanos e alterando a vida marinha desse ecossistema.

As implicações desta pesquisa na área de educação em química estão relacionadas a formação de valores para os alunos; discussões do tripé polímero-plástico-sociedade numa alusão às interações CTS, e por fim, a alfabetização científica. Nesse contexto, o conhecimento escolar se articulou com a realidade, e a educação se estabeleceu como elemento de emancipação social, cultural, política e ética de alunos que assumem sua autonomia.

Por fim, como sugestão para os leitores, pode-se adaptar esta intervenção didática de modo a se alcançar o maior número de alunos. Isso pode ser feito por uma reafirmação da posição crítica formada nos alunos, transmitida, além dos seus colegas e professores, a outras turmas, ou a outras escolas, como parte de uma estratégia de dinamização da formação.

Amélia Bastos de Souza (amelia.bastos29@bol.com.br), licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE – BR. **Anne Caroline Carvalho Santos** (aninhacarvalhoufs@hotmail.com), licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE – BR. **Joseane de Andrade Santana** (joseane.santana89@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe, mestra e doutora em Química, ambos pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente é professora de química do Estado de Sergipe em Lagarto. Itabaiana, SE – BR. **Maria Clara Pinto Cruz** (clara_aju@yahoo.com.br), graduada em Química Industrial pela Universidade Federal de Sergipe, licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, mestra em Química e doutora em Engenharia Química, ambos pela Unicamp. Atualmente é professora no curso de Licenciatura em Química da Faculdade Pio Décimo e professora do Estado de Alagoas em Penedo. Aracaju, SE – BR.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. Research into STS Science Education. *Educación Química*, v. 16, p. 384-397, 2005.
- ALIMBA, C. G. e FAGGIO, C. Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 68, p. 61-74, 2019.
- CARMINATTO, A. A.; MATUCK, C.; FARRABOTI, E.; ADAMI, F. A. C.; KLEIN, J. A.; SANTOS, M. G. F. e BARELLA, W. Deposição dos resíduos sólidos em diferentes marés nas praias de Santos- SP, Brasil. *Revista Bioscience*, v. 6, p. 233-247, 2017.
- CHATTERJEE, S. e SHARMA, S. Microplastics in our oceans and marine health. *Reinventing Plastics*, v. 19, p. 54-61, 2019.
- CORTEZ, F. *Tudo o que você joga fora vai pros oceanos*. Movimento Mares Limpos, menos 1 lixo, 2018. Disponível em: <https://www.menos1lixo.com.br/posts/tudo-o-que-voce-joga-fora-vai-pros-oceanos>, acesso em jun. 2021.

CUCCATO, G. R. S. P. *A importância da reciclagem dos plásticos e a conscientização dos alunos do ensino médio*. Paraná. Monografia. 2014. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4264/1/MD_ENSCIE_2014_2_38.pdf, acesso em jun. 2021.

FRANCISCO JR.; W. E., FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, v. 30, p. 34-41, 2008.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*, 9ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

JIMÉNEZ, M. P. A. e BUSTAMANTE, J. D. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 21, p.359-370, 2003.

KÜHN, S.; BRAVO REBOLLEDO, E. L. e VAN FRANEKER, J. A. Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann, M.; Gutow, L. e Klages, M. (eds.) *Marine Anthropogenic Litter*. Dordrecht: Springer, 2015.

- MINEIRO, S. D. S.; CAVALCANTE, F. A. L. e DIAS, M. A. S. O princípio dos 3R'S como projeto de conscientização ambiental na escola pública. *Revista Editora Realize*, VIENID, p. 1-4, 2017.
- MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MUCELIN, C. A. e BELLIN, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, v.20, p. 111-124, 2008.
- MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro *Física. Ciência e Educação*, v. 20, p. 617-638, 2014.
- OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L. e MONTAGNER, C. C. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno. *Revista Virtual de Química*, v. 10, p. 5-6, 2018.
- OLIVEIRA, G. S.; PEREIRA, S. G. e PEREIRA, W. A. Reciclagem de garrafa pet como suporte na educação ambiental no contexto escolar. *Educação Ambiental em Ação*, v. 55, p. 1-8, 2018.
- PEREIRA, J. C. e FERREIRA, M. Polímeros e meio ambiente: uma proposta para o ensino de química. *Educação Ambiental em Ação*, vol. 36, p. 1-13, 2011. Disponível em: <http://www.revistaesoc.org/artigo.php?idartigo=1043>, acesso em jul. 2021.
- ROEHRIG, S. A. G.; ASSIS, K. K. e CZELUSNIAKI, S. M. *A abordagem CTS no ensino de ciências: reflexões sobre as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná*. Anais, artigos. Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.esocite.org.br/eventos/tecsoc2011/cd-anais/arquivos/pdfs/artigos/gt005-aabordagemcts.pdf>, acesso em jul. 2021.
- SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; FILLMAN, G.; WALLNER-KERSANACH, M.; SCHILLER, R. V. e COSTA, R. C. *Geração de resíduos sólidos pelos usuários da Praia do Cassino, RS, Brasil*. Rio Grande do Sul. 2004. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/3474>, acesso em jul. 2021.
- SANTOS, J. M. A. *A influência da embalagem no comportamento de compra do consumidor: estudo de caso referente ao chocolate Lollo*. Assis, 2014. Monografia. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1111390542.pdf>, acesso em nov. 2020.
- SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; JUNIOR, E. M. P.; SOUZA, M. L. e PORTUGAL, S. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de ciências. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Orgs.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 131-157.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 1-12, 2007.
- SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. M. R. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*, 4ª ed. Ijuí: Unijuí, 2010.
- SILVA, C. O.; SANTOS, G. M. e SILVA, L. N. A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: Estudo de Caso. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 13, n. 13, p. 2683-2689, 2013.
- SOBRAL, P.; FRIAS, J. e MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos - um problema sem fim à vista. *Revista Ecologia*, v. 3, p. 1-10, 2011.
- VG – Resíduos: Poluição marinha: como a gestão de resíduos afasta tais impactos? Belo Horizonte/MG, 2018. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/poluicao-marinha>. Acesso em jul. 2021.
- THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A.; ROWLAND, S. J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D. e RUSSELL, A. E. Lost at Sea: where is all the plastic? *Science*, v. 304, p. 838, 2004.

Abstract: *Plastic at sea: drifting polymers!*. The objective of this research was to use the theme “Marine Pollution by Plastics” in the teaching of polymers by means of the Science, Technology and Society (STS) approach. The didactic intervention took place in a public school in Sergipe for students in the 3rd grade of High School. The aim was to study the polymer-plastic-society tripod and the development of values as described in Santos and Mortimer (2000). The analysis of students’ speeches through Discursive Textual Analysis (DTA) showed the relevance of studying issues related to the social impacts caused by plastics in the seas and contributed to students’ learning of scientific concepts, managing to relate science to everyday life in addition to a critical position.

Keywords: marine pollution, polymers, science, technology and society.