

# POLÍMEROS E MEIO AMBIENTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

## DENISE LUÍSA SCHIO DE ARAÚJO

Mestra do Curso de tecnologias enérgicas nucleares da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, denis.ea@hotmail.com;

## GENÉSIO SALUSTIANO DE MOURA JUNIOR

Graduado pelo Curso de Licenciatura plena em geografia da Universidade de Pernambuco - UPE, genesio.ipojuca@gmail.com.

## CARLOS FERNANDO GOMES DO NASCIMENTO

Mestrando do Curso de ciências dos materiais da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, carlosfernando.gn@gmail.com;

## DR<sup>a</sup> VIVIANNE BORMANN

## RESUMO

Em pleno século 21 há um amplo volume de plásticos descartados dentro do espaço escolar, principalmente no período de recreação ou pausas de aulas, e, por conseguinte dos questionamentos feitos aos estudantes sobre a problemática plásticos e polímeros. Advertir a necessidade da inserção dessa temática em aulas de química tanto no nível fundamental. Haja vista que motivou a construção do presente trabalho, cujo objetivo geral é investigar como a temática polímeros. A pesquisa foi aplicada aos alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de ciências, na escola municipal Padre Pedro, no município de Ipojuca no estado de Pernambuco. A metodologia aplicada possui um caráter quantitativo e qualitativo, através de um questionário simples, pois os alunos responderam cinco perguntas. Comprovou-se por meio do aumento porcentual nas respostas correta a eficiência do método, mostrando-se também que independentemente do nível de ensino e da realidade socioeconômica dos alunos pode ser utilizado para a construção de uma aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Polímeros, Ambiente, Educação, Ensino, Aprendizagem.

## INTRODUÇÃO

Ao falar da história dos materiais poliméricos no qual veio o processo da vulcanização é um método criado em 1839 pelo americano Charles Goodyear, que consiste na aplicação de calor e pressão a uma composição de borracha em combinação com enxofre, para atribuir-lhe maior força, elasticidade e resistência ao pneu, por exemplo. Nesta etapa, ela é um elastômero dito não vulcanizado, podendo ser processada como um termoplástico, (CANEVAROLO, 2006). Um fator histórico na ciência dos polímeros é também que o primeiro polímero sintético foi produzido por Leo Baekeland em 1912, adquirido pela reação entre fenol e formaldeído. Essa reação produzia um produto sólido (resina fenólica), hoje conhecido por baquelita, termo derivado do nome de seu inventor (CANEVAROLO, 2006). Muitos dos plásticos, borrachas e materiais fibrosos que para os seres humanos são úteis nos dias de hoje consistem em polímeros sintéticos. De fato, desde o fim da Segunda Guerra Mundial, o campo dos materiais foi virtualmente revolucionado pelo advento dos polímeros sintéticos. Os materiais sintéticos podem ser produzidos de maneira barata, e as suas propriedades podem ser administradas num nível em que muitas delas são superiores às suas contrapartes naturais (CALLISTER, 2002). Os elastômeros é classe intermediária entre os termoplásticos e termorrígidos, conhecidos como borracha, não são fusíveis, mais apresentam alta elasticidade, sua reciclagem é complicada pela incapacidade de fusão. Uma aplicação importante desse tipo de polímero é na fabricação do pneu que passa por um processo chamado vulcanização, que visa tratar a borracha com enxofre, melhorando sua resistência, (CANEVAROLO, 2006).

Os polímeros são usados, com frequência, como isolantes térmicos, devido às suas baixas condutividades térmicas. Como ocorrem com os materiais cerâmicos, as suas propriedades isolantes podem ser melhoradas pela introdução de pequenos poros, os quais são feitos através da formação de uma espuma, durante o processo de polimerização. A espuma de poliestireno (Styrofoam), que popularmente é mais conhecida como isopor, no qual é usada comumente para fabricar copos de bebidas e caixas isolantes (SANTOS, 2003).

Através das propriedades térmicas, podem-se definir os polímeros como termoplásticos ou termofixos, sendo um fator importante na escolha dos materiais apropriados para a engenharia de materiais (MANO, 2000). Os

polímeros termoplásticos são polímeros que possuem cadeias poliméricas unidas por forças de atração intermoleculares secundárias. Essas forças de atração são baixas, por esse motivo; pois, com o aumento da temperatura, essas ligações são facilmente rompidas, possibilitando que esses materiais se fundam e sejam reprocessados diversas vezes sem que haja total degradação dos polímeros.

A cada reprocessamento, os materiais termoplásticos perdem algumas de suas propriedades; pois, apesar do aquecimento da temperatura sobre o material não o degradar, há a degradação de alguns dos monômeros das cadeias principais ou de aditivos e cargas presentes no termoplástico (CANEVAROLO, 2006). Por isso, as grandes empresas de engenharia de plásticos utilizam material reciclado em frações, adicionando-os às resinas virgens, que possuem propriedades e características inalteradas, garantindo assim a qualidade dos produtos.

Os polímeros termoplásticos têm diversas aplicações, podendo ser utilizados para fabricação de produtos em diversos segmentos de mercados, além de serem moldados por diversos processos de transformação, sendo aplicados em peças extremamente simples até peças técnicas, com geometrias complexas. São exemplos dessas aplicações dos termoplásticos desde brinquedos, a utensílios domésticos, peças para indústria automotiva, ou construção civil, ainda, eletroeletrônicos, dispositivos médico-hospitalares, tubos e conexões, mangueiras, recobrimentos de fios e cabos, embalagens, filmes, sacos e sacolas, peças para indústria naval e aeronáutica, indústria aeroespacial, instrumentos musicais, calçados, artigos infantis, bijuterias. Cada vez mais, o material tradicional, principalmente os que não podem ser reciclados, vem sendo substituídos por materiais termoplásticos.

Os polímeros termoplásticos possuem suas características variáveis, de acordo com a composição química que forma a cadeia polimérica de cada material. Os polímeros termofixos ou termorrígidos são polímeros que possuem suas cadeias poliméricas unidas através de reticulações ou ligações cruzadas, que são forças de atração intramoleculares primárias de forma elevada. Por esse motivo, se há elevação de temperatura, há o rompimento dessas ligações, degradando o material polimérico. Logo, os polímeros termofixos não são recicláveis, contudo, podem ser reutilizados através da redução dos tamanhos de suas partículas no processo de moagem, sendo utilizados como cargas em outros materiais como, por exemplo, a moagem de pneus velhos utilizados como cargas em asfalto e concreto (CANEVAROLO, 2006).

Os polímeros termofixos são materiais utilizados na fabricação de produtos para diversos segmentos do mercado como: engrenagens, compensados, móveis, utensílios domésticos, bijuterias, roupas e tecidos, mangueiras, adesivos, tanques e peças técnicas, pneus, luvas, peças automotivas (pastilhas de freio e amortecedores), espumas para fabricação de estofados, colchões, enchimentos e travesseiros, além de isolantes térmicos, solados de calçados, artigos e dispositivos médico-hospitalares. As principais características e propriedades são de materiais resistentes e duráveis, que possuem elevada resistência às altas temperaturas, boa resistência mecânica e química, sendo rígidos ou flexíveis, e podem formar compósitos com adição de cargas e reforços como fibras. Os polímeros termorrígidos degradam-se termicamente em altas temperaturas e são empregados no dia a dia, como: resina epóxi, resina poliéster instaurado, baquelite, vinil éster, borrachas vulcanizadas, resina fenólica, éster cianato, silicones, poliuretanos e resinas fenólicas.

Quando expostos às determinadas condições - como altas temperaturas, umidade e a utilização de radiações ionizantes -, os materiais poliméricos podem sofrer inevitáveis degradações. Para estudar a degradação de polímeros é necessário estudar cisões na macromolécula, evidenciando mudanças estruturais tanto na cadeia principal como na lateral.

Mudanças físicas provocadas pelas reações químicas devem ser avaliadas. Uma explicação para degradação polimérica, quando se fala nas alterações e mudanças das propriedades físicas que são provocadas não apenas pelas reações químicas, mas também, pelas alterações físicas e mudanças estruturais, pode-se verificar uma alta destruição das suas ordenações. Assim sendo, a degradação polimérica pode ser associada não somente a cisões da cadeia, como também possíveis mudanças na estrutura e organização dos átomos. Segundo Schnabel (1981), a degradação polimérica pode ser associada à deterioração na funcionalidade do material polimérico. Em biopolímeros, essa degradação é conhecida como desnaturação.

Há atualmente uma infinidade de objetos e equipamentos fabricados com polímeros sintéticos, isso se deve pelo fato deles apresentarem vários fatores favoráveis a sua utilização como: resistência a variações climáticas e a agentes químicos, leveza e facilidade na moldagem, além de, apresentarem uma facilidade na reciclagem, cujo valor está na busca de solucionar problemas que agredem o meio ambiente. Um dos triunfos da química industrial no século XX foi o desenvolvimento de uma ampla variedade de plásticos

úteis. Todos os plásticos são compostos, em nível molecular, por moléculas orgânicas poliméricas, que são materiais capazes de resistir a condições adversas, como altas pressões e temperaturas. Por esse motivo, o plástico vem substituindo cada vez mais os papéis, metais e madeira.

A grandeza epistemológica trata da análise dos conteúdos a serem ensinados e os possíveis problemas que eles podem causar, sendo considerados os processos de elaboração, métodos e validação do conhecimento científico, relacionados com o mundo material. Já a dimensão pedagógica observa as relações que se estabelecem entre professor e alunos e entre os alunos, no funcionamento das relações de ensino e sempre com uma intencionalidade didática são necessários.

Dessa maneira, ao trabalhar os conhecimentos científicos de maneira contextualizados e ligados ao cotidiano, o professor tenta despertar nos estudantes a capacidade de desenvolver a compreensão do mundo material que os cerca, além de trabalhar neles a capacidade de tomar decisões que sejam mais efetivas e responsáveis, tanto para eles mesmos quanto para todos em seu entorno, sobre as mais diversas questões, para além das tradicionais aulas de conceitos.

Com isso, pensar ações educativas que envolvam o conhecimento amplo sobre estes materiais e entender os efeitos do seu descarte no meio ambiente, passa a ser uma questão social importante. Isto, considerando-se que o mercado se encontra numa incessante corrida pelo desenvolvimento de novos produtos e que há, cada vez mais, novos materiais que se tornam obsoletos em um tempo cada vez menor (GOMES, 2015; FREITAS *et al.*, 2016).

Diante destas considerações, torna-se necessário que a escola promova uma discussão mais ampla em sala de aula, que aborde as consequências do uso e descarte de polímeros no meio ambiente, bem como as implicações sociais de tais ações. Torna-se necessário então, que os alunos tenham uma melhor compreensão sobre os tipos de polímeros existentes, suas características, o destino destes materiais quando descartados (condições e tempo para sua degradação) e, também, dos efeitos do descarte dos materiais que a sociedade utiliza (SANTOS, 2017).

Paralelamente a esse consumo, percebe-se um considerável volume de lixo plástico descartado nas cidades. Esse fato aliado à baixa velocidade de degradação do material conduz a um problema ecológico. Para que um plástico seja produzido são necessárias matérias-primas provenientes do carvão

mineral e, principalmente, do petróleo, sendo que, esses, por sua vez, são recursos naturais não renováveis, ou seja, uma vez utilizados não podem ser repostos. Portanto, à medida que caminhamos para o esgotamento dessas importantes fontes naturais de substâncias químicas, torna-se cada vez mais urgente buscar fontes alternativas.

O plástico é difícil de ser compactado e gera um grande volume de lixo. Portanto, ele ocupa um grande espaço no meio ambiente, o que dificulta a decomposição de outros materiais orgânicos. A durabilidade e resistência do plástico viram problemas após o descarte. Como é à prova de fungos e bactérias, sua degradação é extremamente lenta, podendo demorar mais de 100 anos. Além disso, quando o plástico cai nos oceanos, ele se fragmenta em pequenas partículas plásticas, os chamados microplásticos, que acabam participando da cadeia alimentar.

Quando descartado de forma incorreta, o lixo plástico pode causar entupimentos de valas e bueiros, que geram enchentes e desabrigam pessoas, principalmente os moradores de periferias. A poluição visual também é outro malefício causado pelos resíduos plásticos. Isso sem contar o impacto dos plásticos no ecossistema marinho.

Demonstram que o plástico, no ambiente marinho, sofre ações do meio (sol, altas temperaturas, diferentes níveis de oxigênio, energia das ondas e presença de fatores abrasivos, como areia, cascalho ou rocha), fragmenta-se e passa a ter aparência de alimento para muitos dos animais marinhos, causando a morte deles e interferindo no ciclo reprodutivo de muitas espécies.

Como boa parte do lixo produzido pelas pessoas demora muito para se decompor e não é destinado para reciclagem, o mundo vive hoje a falta de espaço em aterros sanitários. Com isso, proliferam-se os lixões a céu aberto, contaminando a água dos rios e lençóis freáticos, o que compromete a nossa saúde. Um levantamento da Abrelpe (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública) realizado em 2017 mostra que o Brasil possui quase 3 mil lixões ou aterros irregulares — o que impacta a qualidade de vida de 77 milhões de brasileiros. Em algumas regiões, a situação é alarmante. O plástico no meio ambiente também pode dificultar a decomposição de outros resíduos, reforçando ainda mais a superlotação dos aterros sanitários.

A superlotação de aterros também produz outro fenômeno: o “depósito” de lixo no mar. Aproximadamente 8 milhões de toneladas de plástico

são descartados em nossos oceanos anualmente, desequilibrando o ecossistema marinho de várias formas, como: O plástico degrada-se em partículas menores, que são ingeridas por peixes e outros animais e aves marinhas. Sem capacidade de digestão, eles morrem de forma lenta e dolorosa. Em grande quantidade no mar, o plástico impede a penetração de oxigênio nos sedimentos, comprometendo também o ciclo bioquímico da flora marinha.

O fenômeno é realmente preocupante: a morte por ingestão de plástico compromete o ciclo reprodutivo das espécies marinhas e estima-se que pelo menos 15% delas hoje estejam em extinção. Só no caso das tartarugas marinhas, cinco das sete espécies catalogadas correm o risco de sumir dos oceanos, de acordo com levantamento da IUCN (União Internacional de Conservação da Natureza). As aves marinhas, como pelicanos e albatrozes, também são vítimas desse fenômeno: até 2050, pelo menos 99% delas terão ingerido plástico.

A produção em larga escala dos materiais sintéticos à base de plástico começou por volta dos anos 50. Desde então, estima-se que em 65 anos o mundo produziu 8,3 bilhões de toneladas de plástico, mas só reciclou 9% desse total.

Mesmo com todos os problemas já identificados, o ritmo de produção e descarte não diminui: até 2050, existirão pelo menos mais 12 mil milhões de toneladas de plástico no meio ambiente. Para mudar esse panorama, muitos hábitos diários precisam ser repensados — já que alguns dados sobre o nosso perfil de consumo são igualmente chocantes.

Infelizmente, o ritmo de reciclagem não acompanha a produção: apenas metade das garrafas plásticas compradas em 2016 foi coletada para reciclagem. Somente 7% delas foram convertidas em novas unidades, segundo dados do jornal inglês The Guardian. Todo esse panorama mostra uma demanda muito urgente: como o ritmo de reciclagem não acompanha a produção, não basta separar o lixo — é importante reduzir o consumo de forma drástica. Nas figuras de 1 a 5, mostram a situação como é usado plástico no cotidiano em relação ao meio ambiente, de maneira maléfica e benéfica.

**Figura 1** – Plástico nos oceanos.



**Fonte:** Site Free Images <<https://pt.freeimages.com>>.

Figura 2 – O plástico é responsável pela morte de 100 mil animais marinhos a cada ano.



**Fonte:** Site Free Images <<https://pt.freeimages.com>>.

Figura 3 – reduzir o descarte de plástico no meio ambiente.



Fonte: Site Free Images <<https://pt.freeimages.com>>.

Figura 4 – A quantidade de plástico na praia.



Fonte: Site Free Images <<https://pt.freeimages.com>>.

Figura 5 – Boa parte de plástico utilizado no mundo não é reciclado.



Fonte: Site Free Images <<https://pt.freeimages.com>>.

A reciclagem surge, nesse argumento, como uma tentativa de reduzir a demanda por matérias-primas naturais e, em parte, por gastos energéticos para sua produção. Entende-se aqui por reciclagem de um plástico o seu reaproveitamento após ter sido descartado como “lixo”. Isso é feito mediante o seu aquecimento, seguido de remodelagem. Se esse polímero sintético é um termoplástico, ele passará pelo processo de reciclagem sem maiores problemas. Já, se ele for um termofixo, não é possível fazer o processo, uma vez que esse tipo de plástico não é tão maleável quando aquecido.

Neste trabalho, com a introdução da temática “polímeros e meio ambiente” em aulas para o ensino fundamental II, busca-se tratar a questão da coleta seletiva, além de abordar questões que envolvem o descarte de resíduos dos plásticos, procurando articular a essas questões vários conceitos químicos envolvendo a disciplina de ciências. Visto que a escola municipal Padre Pedro em Ipojuca, não tem essa cultura habitual de coleta seletiva entre os discentes. . O método aplicado possui um caráter quantitativo e qualitativo, através de um questionário simples, pois os alunos responderam as cinco perguntas.

## METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho foi de discutir o tema polímeros, visto que esse conteúdo aparece no final do livro didático e, muitas vezes é abordado de forma totalmente descontextualizado sem nenhuma relação com cotidiano do aluno e de forma bastante rápida. Para abordar esse assunto deu-se ênfase ao estudo dos plásticos. Esse trabalho procurou utilizar uma metodologia que buscasse investigar os conhecimentos prévios do aluno, e diante disso, trabalhar os conceitos químicos de forma que ele pudesse relacioná-lo com sua vida e com a sociedade em que está inserido.

O presente artigo traz atividades que auxiliam na busca de um aprendizado mais significativo. O objetivo, que motivou a construção do presente trabalho, cujo objetivo geral é investigar como a temática polímeros. A pesquisa foi aplicada aos alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de ciências, na escola municipal Padre Pedro, no município de Ipojuca no estado de Pernambuco. A metodologia aplicada possui um caráter quantitativo e qualitativo, através de um questionário simples, pois os alunos responderam cinco perguntas. A partir da aplicação de questionários no início e após a aplicação do método, realizando também uma avaliação final solicitando a construção de mapas conceituais, pôde-se constatar que os alunos conseguiram desenvolver sua capacidade de argumentação sobre a temática e demonstrar maior grau de relevância nas associações realizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta da sequência didática de um simples questionário a respeito da coleta e os cuidados com os materiais plásticos, descrita no trabalho visam a construir, paulatinamente, junto aos alunos do ensino fundamental II, não só o conhecimento sobre uma temática atual, mas também desenvolver uma consciência socioambiental. Temas de grande importância para conectarmos vários conteúdos que são aprendidos em sala na disciplina de ciências, com a vida real do aluno, para tornar-se esses alunos com mais consciência a separação dos materiais plásticos e conhecer de maneira inicial o que significa polímero.

Foi observado um impacto causado, que nesta escola, os alunos nono ano do ensino fundamental II, no qual não há o hábito doméstico a respeito

da coleta seletiva de separação e nos livros de ciências falam pouco sobre o assunto.

Além de aplicado o questionário, houve um ajuste de uma aula expositiva a respeito dos polímeros mais usados no cotidiano, com a leitura de textos e debates enriquece a experiência do aluno, bem como ajuda e estimula a fixação dos assuntos abordados, convidando o mesmo não só a tirar suas dúvidas, como compartilhar seus pensamentos, conhecimentos, dúvidas e curiosidades e os alunos ficarem mais familiarizados. Já que eles apresentam uma deficiência sobre o tema, no começo.

Foi observado no início do desenvolvimento das atividades do projeto, surgiram algumas dificuldades que foram recorrentes na sala de aula. Ao longo da aplicação do projeto essa participação pode ser vista nas atividades feitas em aula. Foi muito gratificante ver os alunos participando das discussões e trabalhando nos grupos e respondendo o questionário.

Ao longo do desenvolvimento do projeto percebemos que fazer a contextualização de conteúdos não é tarefa fácil, mas necessária. Problematizar questões que envolvem o consumo, analisando a sua lógica social, política e econômica foi importante para promover a discussão sobre problemas enfrentados na vida cotidiana como as ações que envolvem a coleta seletiva, a degradação do meio ambiente, o esgotamento dos recursos naturais, o aumento da produção de resíduos, etc.

Nesse sentido, entendemos que o objetivo principal do trabalho foi alcançado, pois possibilitamos aos alunos a aprendizagem de conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões com relação a problemas encontrados na sua vida cotidiana. Além disso, houve favorecimento de discussões sobre o modo como os materiais plásticos tem influenciado o comportamento humano, sendo necessário pensar atitudes em prol de um desenvolvimento tecnológico mais sustentável, como defende a perspectiva CTSA (ciência-tecnologia-sociedade-ambiente).

Também na avaliação dos alunos pudemos constatar que esse tipo de proposta para o ensino pode ser uma boa alternativa e mostramos isso na avaliação de uma aluna quando destaca: Aprendi muitas coisas, dentre elas, a importância da reciclagem, saber o que é polímeros. Aprendi também a reconhecer cada tipo de plástico e soube um pouco mais sobre cada um deles, as aplicações na indústria, por exemplo. E o principal: aprendi que podemos ajudar a conservar a natureza e que cada um fazendo sua parte podem melhorar as condições de nosso planeta.

Ainda segundo outro aluno: “É muito importante falar desses assuntos aqui, pois agora que a coleta seletiva está presente na minha casa eu queria saber mais sobre o assunto”. As observações dos alunos são de extrema importância para o professor, pois é uma forma de poder avaliar sua própria prática, juntamente com as apresentações de trabalhos dos alunos, as avaliações nos permitem perceber possíveis falhas de planejamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância de conceitos químicos aplicados à disciplina de ciências com temas da atualidade, como tentamos fazer ao articular conteúdos sobre polímeros com o tema meio ambiente, pode dar sentido a determinados conteúdos escolares, tendo sido esse a finalidade quando planejamos atividades que associavam conteúdos químicos com assuntos como consumo e descarte de resíduos. O assunto foi bem recebida e discutida pelos alunos, contribuindo para o esclarecimento de alguns fatos que estão presentes no seu dia a dia, como a importância e os efeitos da implantação da coleta seletiva de lixo na cidade de Ipojuca no estado de Pernambuco.

Acreditávamos que ao final do projeto os estudantes pensassem criticamente a respeito do consumo, de modo a verem que atrelado a ele existem muitas outras questões envolvidas, dentre elas a necessidade de proceder adequadamente à coleta de resíduos descartados como, por exemplo, os polímeros sintéticos, que pelo longo tempo para sua degradação, torna-se um problema sério ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

CANEVAROLO Jr., SEBASTIÃO V. **Ciência dos polímeros**: um texto básico para tecnólogos e engenheiros. Canevarolo Jr. - São Paulo: Artliber Editora, 2006.

GOMES, F. A. M. **Descarte racional de componentes eletrônicos com geração de insumos**, subprodutos e produtos manual de referência técnica. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Inovação e Tecnologia) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.

JACOBI, P. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p.189–205, 2003.

SANTOS, W. N. DOS & GREGÓRIO FILHO, R. - **Journal of Applied Polymer Science**, 2002, 85, p.1779

SCHINABEL, W. **Polymer degradation**: Principles and practical applications. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1981, cap. 5, p. 135-153.

MANO, ELOÍSA BIASOTTO. **Polímeros como Materiais de Engenharia**. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 2000.

<https://www.theguardian.com/>

<https://www.iucn.org/>