



Está chovendo microplásticos! E agora?

Aline S. F. Azevedo e Marcelo H. Herbst



Este relato de experiência descreve intervenções presenciais e *online*, a partir de um planejamento adequado ao momento pandêmico, com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada na Baixada Fluminense, RJ, com o objetivo de explorar o tema gerador Plásticos e Microplásticos no ensino de química orgânica/polímeros. O planejamento teve como apoio as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, livros didáticos do PNLD 2021 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, da UNESCO. Os resultados mostram que a temática, tão presente em nosso cotidiano, era praticamente desconhecida pelos alunos, e servem para reforçar o quanto é necessário discutir e desenvolver o tema na Educação Básica. Além de promover o ensino da Química através da aproximação dos alunos com a ciência e a tecnologia, também foi possível incentivar o pensamento crítico e a reflexão sobre o consumo sustentável e o descarte adequado de resíduos plásticos.

► microplásticos, ensino de química, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ◀

Recebido em 20/11/2021, aceito em 11/04/2022

239

A busca constante por novos e melhores materiais e tecnologias tem tornado o mundo moderno mais confortável e prático. Nesse contexto, surgiram os materiais poliméricos sintéticos, comumente conhecidos como “plásticos”¹. Os polímeros sintéticos se configuram como materiais desenvolvidos no esforço de substituir materiais naturais, surgindo no final do século XIX e se tornando *commodities* a partir dos anos 1950 (Miodownik, 2015). Esses materiais inovadores logo ganharam destaque pelas suas propriedades, versatilidade e, principalmente, pelo seu baixo custo final. Dentre algumas propriedades pode-se destacar a sua durabilidade, leveza e resistência. Todas essas características permitiram que a indústria do plástico despontasse e tornasse o seu consumo viável (Piatti, 2005).

Embora a durabilidade dos materiais plásticos tenha sido inicialmente considerada uma característica positiva, atualmente se constitui num sério problema ambiental e social. Polímeros sintéticos são resistentes ao ataque microbiano,

dificultando a sua degradação quando dispostos de forma inadequada na natureza, tornando sua persistência bastante longa (Cangemi *et al.*, 2005). Vale destacar que foi no setor de embalagens que os plásticos se tornaram tão presentes e indispensáveis. Justamente aí está um dos problemas: embalagens plásticas possuem uma vida útil curta, sendo geralmente não reutilizáveis e, em sua grande maioria, descartadas inadequadamente (Geyer *et al.*, 2017).

Estudos mostram que, de todo o material plástico produzido desde 1950 até 2015, apenas 29% ainda se encontra em uso e 71% já foram descartados. Do total descartado nesse período, 77,7% foram descartados incorretamente, ou seja, estão na natureza ou em aterros sanitários, apenas 13% foram incinerados e somente 9% foram reciclados (Geyer *et al.*, 2017).

Ainda que o Brasil não esteja entre os países que mais produzem plásticos, é o quarto país que mais gera lixo plástico no mundo, e um dos que menos recicla: do total gerado, apenas 1,28% é reciclado (Olivatto, 2018; WWF, 2019).

Embora a durabilidade dos materiais plásticos tenha sido inicialmente considerada uma característica positiva, atualmente se constitui num sério problema ambiental e social. Polímeros sintéticos são resistentes ao ataque microbiano, dificultando a sua degradação quando dispostos de forma inadequada na natureza, tornando sua persistência bastante longa (Cangemi *et al.*, 2005).



O que os olhos não veem - Um problema ambiental recentemente posto em evidência, consequência em parte do descarte incorreto, é a geração de resíduos plásticos de pequenas dimensões, os microplásticos. Em geral, são considerados microplásticos os resíduos plásticos com tamanho de partículas igual ou inferior a 5 milímetros. De acordo com a sua origem, estes podem ser classificados como primários ou secundários. Portanto, quando os materiais já são produzidos em tamanhos micrométricos para compor algum produto ou objeto são chamados de microplásticos primários, enquanto os microplásticos secundários são aqueles oriundos da fragmentação mecânica de plásticos maiores (Olivatto, 2018). A denominação microplásticos surgiu após serem detectadas partículas micrométricas de materiais plásticos em praias britânicas, por uma equipe de ecologistas marinhos do Reino Unido. Desde então, os cientistas têm detectado microplásticos em praticamente todos os biomas, desde as águas mais profundas do oceano, passando pela comida que ingerimos, pela água que bebemos, o ar que respiramos, e na água da chuva que cai sobre as cidades e mesmo em montanhas isoladas (Lim, 2021).

Algumas das principais fontes de microplásticos no ambiente estão relacionadas com a logística que envolve a distribuição dos *pellets* (pequenas pastilhas de material plástico), ao descarte incorreto de resíduos plásticos, ao uso de cosméticos e produtos de higiene que contenham microplásticos em sua composição, à lavagem de roupas confeccionadas com tecidos sintéticos, à pesca clandestina e ao uso de tintas látex e acrílicas. Quando no meio ambiente, os microplásticos podem se inserir nas cadeias alimentares de diversos seres vivos, trazendo riscos à vida de inúmeros animais e alterando a biota, e podem gerar riscos à saúde humana, além de retardarem o crescimento de plantas e gerarem poluição química e biológica. É importante notar que, apesar de os plásticos, independentemente do tamanho, serem considerados materiais inertes e atóxicos, os microplásticos podem incorporar partículas tóxicas, como os chamados poluentes orgânicos persistentes (POPs), metais pesados, entre outras (ECYCLE, [s/d]; Jones, 2019).

Como solucionar esse problema? - A coleta seletiva e a reciclagem dos resíduos plásticos podem contribuir para minimizar os impactos ambientais. Todavia, alternativas também já estão sendo discutidas e implementadas para auxiliar nesse processo, como a produção de materiais plásticos biodegradáveis (Oakes, 2020), oxidegradáveis, bioplásticos (Ciclo vivo, 2018) e a aplicação da logística reversa (Assumpção, 2020).

Uma proposta educativa seria a prática dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar), uma política de gestão de resíduos baseada, primeiramente, na redução de resíduos em geral,

inclusive resíduos plásticos. Uma vez consumidos, avaliar a possibilidade de reutilização desses resíduos e, por último, reciclar quando inevitavelmente esses materiais precisam ser descartados (Piatti, 2005).

Diante da necessidade de se refletir, discutir e agir sobre a relação entre os seres humanos e o meio em que estão inseridos, a Organização das Nações Unidas (ONU), através da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), tem buscado maneiras que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, em 2015, a ONU elaborou um plano de ação global, a Agenda 2030, contendo dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) com a intenção de alertar para uma urgente mudança comportamental dos cidadãos, tendo a colaboração de vários países (Agenda 2030, 2018). A UNESCO elegeu, em 2019, o ano de 2022 como sendo o Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável, com o intuito de mobilizar os envolvidos com as ciências básicas, bem como os líderes econômicos e políticos, sobre a importância dos ODS e a sua divulgação em massa para a população (IYBSSD, [s/d]).

Baseado no exposto, surge a necessidade de promover ações educativas que viabilizem maior discussão do tema Plásticos e

Microplásticos no ambiente escolar, permitindo aos alunos um possível engajamento futuro frente ao consumo sustentável e à tomada de decisões frente à sociedade em que estão inseridos. Quando explorado no Ensino de Química de forma planejada e integrada com outras disciplinas, fica evidente a contribuição desse tema para a discussão crítica dos ODS, mais especificamente, do 12º – Consumo e Produção Responsáveis. O tema também permeia outros ODS, como o 11º e o 14º (Agenda 2030, 2018). Diante dessa inquietação com relação ao consumo não sustentável de plásticos, e de como a abordagem de polímeros no Ensino de Química é comumente realizada, o presente trabalho tem como objetivo principal apresentar a importância do tema gerador Plásticos e Microplásticos no Ensino de Química para o Ensino Médio, tendo como apoio a Base Nacional Comum Curricular, o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos.

Fundamentação Teórica: BNCC, Novo Ensino Médio (NEM) e mudanças nos livros didáticos

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) normatiza e define as aprendizagens essenciais, as quais são responsáveis por desenvolver as dez competências gerais que foram determinadas por esse documento. A BNCC propõe a não

A denominação microplásticos surgiu após serem detectadas partículas micrométricas de materiais plásticos em praias britânicas, por uma equipe de ecologistas marinhos do Reino Unido. Desde então, os cientistas têm detectado microplásticos em praticamente todos os biomas, desde as águas mais profundas do oceano, passando pela comida que ingerimos, pela água que bebemos, o ar que respiramos, e na água da chuva que cai sobre as cidades e mesmo em montanhas isoladas (Lim, 2021).

fragmentação disciplinar do conhecimento, estimula a aplicabilidade do conhecimento no cotidiano, incentiva dar sentido ao aprendizado e sugere o protagonismo estudantil em seu processo de ensino-aprendizagem e de seu projeto de vida. Uma profunda e desafiadora mudança pela qual o Novo Ensino Médio (NEM) está passando é a (re)elaboração de novos currículos e a flexibilização dos mesmos, os chamados percursos formativos (Brasil, 2018).

Tendo em vista as mudanças propostas pela BNCC, os livros didáticos (LD) e, conseqüentemente, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), sofreram alterações. Uma notável mudança foi a elaboração dos LD por áreas de conhecimento: a disciplina de Química passou a integrar a área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), juntamente com as disciplinas de Física e Biologia (BNCC, 2020). Além das obras por área de conhecimento e as específicas, outras obras irão compor o material que será disponibilizado pelo PNLD, como as obras chamadas de Projeto de Vida, Projetos Integradores e as Obras Literárias. Os Projetos Integradores para a área de CNT foram pensados para atender a quatro temas obrigatórios, os quais possuem objetivos específicos, sendo eles: STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), Mídiaeducação, Mediação de Conflitos e Protagonismo Juvenil (BNCC, 2020).

Polímeros no Ensino Médio – No estado do Rio de Janeiro (RJ), as escolas estaduais, a partir do Currículo Mínimo elaborado pela Secretaria Estadual de Educação em 2012, trabalham o conteúdo de polímeros no 4º bimestre do 3º ano do Ensino Médio, como mostra o Quadro 1 (Currículo..., 2012), quando os alunos já terão tido contato com a Química Orgânica no bimestre anterior. O documento também determina que a temática sobre os plásticos seja abordada após o conteúdo de polímeros. Portanto, este trabalho foi apoiado no documento vigente no RJ durante o ano de 2021, ou seja, no Currículo Mínimo. Porém, ele também foi pensado para atender às demandas do novo currículo (ainda não divulgado pela SEEDUC-RJ), de acordo com as diretrizes da BNCC e dos novos livros didáticos.

Embora o Currículo Mínimo seja alterado em breve para se alinhar à BNCC e ao Novo Ensino Médio, é importante a visualização desse currículo que fez parte do planejamento de Química durante quase uma década, em particular o ensino de polímeros que deve ser abordado segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, que recomendam:

... que as propostas pedagógicas das escolas sejam organizadas com participação imprescindível das áreas de estudo, em torno da abordagem de aspectos sociocientíficos associados a temas sociais, preferencialmente relacionados a temáticas ambientais, de

Quadro 1: Currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro (Química - 4º Bimestre do 3º ano do Ensino Médio). Reproduzido a partir de Currículo... (2012).

4º Bimestre	
Eixo Temático	Química Orgânica - Biomoléculas e Polímeros
Habilidades e Competências	- Compreender que os polímeros são formados por repetições de monômeros, identificando a sua presença nos plásticos e em biomoléculas (<i>i.e.</i> : carboidratos, proteínas e ácidos nucléicos).
	- Problematicar o uso dos plásticos em nosso dia-a-dia, utilizando campos temáticos, tais como poluição, reciclagem, armazenamento, incineração.
	- Reconhecer a importância da Química para a inovação científica e tecnológica nas sociedades modernas, enfatizando suas contribuições nos campos da Biotecnologia, Saúde Humana, Nanotecnologia, desenvolvimento de novos materiais e novas matrizes energéticas.

forma articulada a conteúdos/conceitos disciplinares, em uma abordagem tanto mais significativa quanto mais for legitimada na vivência social dos estudantes, o que significa a estruturação de um conhecimento disciplinar de Química dinamicamente articulado com os demais componentes curriculares da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, bem como as das demais áreas de estudo (Brasil, 2006, p. 121 e 122).

Vale ressaltar que as Orientações Curriculares estão alinhadas com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, os quais

pressupõem que os conhecimentos de Química devem ser articulados de forma a auxiliar o aluno a ter uma visão de mundo mais ampliada e menos fragmentada (Brasil, 2000).

Os Três Momentos Pedagógicos

Os Três Momentos Pedagógicos (3 MP) são uma proposta didático-pedagógica apoiada na concepção da educação freireana, e se caracteriza em elaborar três momentos com objetivos específicos, sendo eles: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. Todas as etapas são propostas com base em temas geradores que envolvam situações do cotidiano do público-alvo que será atingido pelos 3 MP (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011).

O primeiro momento acontece com o professor problematizando assuntos reais vivenciados pela comunidade

escolar, visando estimular os alunos a se posicionarem sobre o tema através de sua participação efetiva nas discussões, propiciando um distanciamento crítico de suas concepções ao perceberem que não detêm conhecimentos suficientes para o desenvolvimento da discussão proposta. O segundo momento é destinado ao aprendizado da temática que se pretende desenvolver. Portanto, o professor irá planejar formas de conduzir o aluno à compreensão de conhecimentos pertinentes a problematização inicial e ao tema escolhido. O terceiro momento é aquele em que o conhecimento adquirido será sistematicamente abordado para verificar a compreensão dos assuntos iniciais problematizados e questionados. Assim, entende-se que os alunos serão capazes de analisar, interpretar e intervir em situações cotidianas empregando os conhecimentos adquiridos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011).

Metodologia/Desenvolvimento

O presente trabalho possui aspecto qualitativo e se constitui num relato de experiência da autora - professora do Ensino Médio na rede pública do estado do Rio de Janeiro, e integra seu projeto de dissertação de mestrado no PROFQUI, em andamento.

Apesar de o tema “Plásticos” já fazer parte do currículo formal do Rio de Janeiro, ele foi escolhido como tema gerador deste trabalho para destacar a importância dos plásticos, seu uso e descarte adequados e, sobretudo, dos microplásticos. Além disso, o tema apresenta grande relevância social, sendo fundamental mobilizar a comunidade escolar na reflexão sobre o seu papel enquanto cidadãos. Portanto, considerando o Currículo Mínimo do estado do RJ, a implementação da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) a partir de 2022 e a escolha dos livros didáticos que poderão auxiliar o desenvolvimento cognitivo no período escolar, escolheu-se o tema gerador Plásticos e microplásticos. Fez-se então um levantamento sobre a utilização dessa temática nos volumes chamados “Projetos Integradores” dos livros de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados pelo MEC (Ministério da Educação) escolhidos pelo corpo docente de Ciências de uma das escolas em que a autora deste relato trabalha. Outra etapa importante desse trabalho foi a elaboração de um planejamento adequado, apoiado nos Três Momentos Pedagógicos, para ser aplicado aos alunos do 3º ano do Ensino Médio. No ano letivo de 2021, a escola possuía duas turmas de terceiro ano, das quais uma se enquadrava no Ensino Regular e a outra no Ensino Integral. Considerando o momento de pandemia de covid-19, todos os discentes puderam optar pelo ensino presencial ou remoto. Entretanto, o planejamento e a aplicação das intervenções consideraram apenas os alunos que estavam frequentando a escola presencialmente. Esse planejamento foi elaborado e

Apesar de o tema “Plásticos” já fazer parte do currículo formal do Rio de Janeiro, ele foi escolhido como tema gerador deste trabalho para destacar a importância dos plásticos, seu uso e descarte adequados e, sobretudo, dos microplásticos.

executado na perspectiva de perceber o quanto esse assunto era conhecido pelos alunos, tendo em vista a relevância do tema escolhido. Além disso, a temática proporcionou a imersão no conteúdo da disciplina – Polímeros – de maneira mais contextualizada.

Para tanto, fizeram parte desse planejamento a problematização inicial, a qual consistiu numa enquete para verificação do conhecimento prévio dos alunos, a organização do conhecimento, através de uma aula expositiva e, por fim, a aplicação do conhecimento, através de nova enquete e de uma roda de conversa sobre a temática.

Inicialmente, os alunos foram esclarecidos sobre as motivações da professora, e lhes foi explicado o que seria feito. Foi assegurado aos alunos a participação voluntária e o anonimato, sendo acordado que a participação não seria contabilizada como avaliação. Foi informado também aos alunos participantes que as respostas obtidas poderiam ser utilizadas neste relato de experiência, que integra a proposta de dissertação de mestrado da autora. A seguir, foi solicitado aos alunos participantes que respondessem a uma enquete virtual no formato remoto, utilizando o *link* disponibilizado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Classroom* e no aplicativo de mensagens *Whatsapp*, para que fosse possível analisar o seu entendimento sobre Plásticos e Microplásticos. As questões dessa enquete foram adaptadas de Janoušková *et al.* (2020), que realizaram uma pesquisa transversal entre graduandos de sete universidades da República Tcheca sobre o tema dos microplásticos. Esse momento é importante para que o conhecimento previamente existente possa ser considerado nas etapas seguintes. Além disso, o tema explorado foi problematizado através de indagações e provocações, para que os alunos pudessem se sentir distanciados criticamente de suas concepções pelo reconhecimento da insuficiência de conhecimentos específicos.

A partir das respostas obtidas, o segundo momento foi projetado visando a organização do conhecimento, de acordo com os 3 MP's. Uma aula expositiva presencial, utilizando recurso de multimídia (*slides*), foi elaborada e aplicada para explorar o tema, desde a matéria-prima da maioria dos plásticos até as possibilidades de reduzir o consumo e descartar adequadamente, considerando o resultado obtido na etapa anterior. Além disso, foi sugerido que os alunos assistissem, fora do tempo da aula, a um curto vídeo sobre as etapas da reciclagem dos plásticos.

O terceiro momento foi elaborado visando perceber uma possível compreensão de pontos importantes sobre o tema pelos alunos, contando com duas etapas. Na primeira etapa do terceiro momento aplicou-se, novamente, uma enquete virtual no formato remoto contendo questões que remetiam ao que foi visto por eles durante os momentos anteriores. Além da enquete, um episódio do *podcast* “Moléculas”, de autoria do professor Cedric Stephan Graebin, do

Departamento de Química Orgânica do IQ-UFRRJ, foi enviado aos alunos para contribuir na construção desse conhecimento (Microplásticos, 2019). A segunda etapa do terceiro momento surgiu como necessidade de proporcionar um momento de maior liberdade de expressão e troca de conhecimentos. Dessa forma, a roda de conversa forneceu condições para que os alunos falassem mais livremente a respeito do tema. Para embasar a roda de conversa, uma sequência de *slides* com algumas sugestões sobre o tema abordado foi apresentada.

Resultados e Discussão

Análise das obras “Projetos Integradores” do PNL D 2021

Como colocado anteriormente, a BNCC (Brasil, 2018) orienta que os livros didáticos passem por mudanças estruturais significativas. Para escolher o novo material didático, os professores de cada unidade escolar da rede pública do RJ foram responsáveis por eleger duas opções de obras chamadas de “Áreas do Conhecimento” e mais duas opções dentre as que foram chamadas de “Projetos Integradores”. Diferentemente das propostas de livros didáticos de anos anteriores, nas obras definidas por Área do Conhecimento estão os conteúdos teóricos de Ciências (Química, Física e Biologia) que devem ser desenvolvidos ao longo do Ensino Médio, de acordo com a BNCC. Portanto, o corpo docente da escola estadual da qual a autora deste relato de experiência faz parte, escolheu como primeira opção de obra de Projetos Integradores o livro “De Olho no Futuro”, de autoria de Vivian Lavander Mendonça (Editora Ática), e como segunda opção a obra intitulada “+ Ação na Escola e na Comunidade” sob os cuidados da editora responsável Valquíria Baddini Tronolone (Editora FTD). Foi possível, então, fazer o levantamento dos assuntos abordados nessas obras e verificar a abrangência da temática Plásticos e Microplásticos. De acordo com a análise, ficou evidente que o tema Plásticos foi contemplado de forma direta em ambas as obras escolhidas pelo corpo docente de Ciências da Natureza da escola. Sendo o primeiro projeto de ambas as obras, os plásticos têm posição de destaque e são motivos de preocupação. Os livros propõem, de uma forma proativa, mobilizar e engajar os alunos na problemática por trás do consumo desses materiais.

Os três momentos de intervenção pedagógica

Os momentos de intervenção pedagógica foram elaborados levando-se em consideração o contexto atual da educação perante a pandemia de covid-19. As turmas do terceiro ano do Ensino Médio foram escolhidas por contemplarem o conteúdo de polímeros e plásticos em seu currículo. Como já mencionado na metodologia, havia duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, e todos os alunos que optaram pelo

formato presencial foram convidados a participar das etapas de intervenção. Em todas as etapas houve uma detalhada explicação sobre todo o procedimento, sendo informado que se tratava de intervenções vinculadas ao projeto de dissertação de mestrado da professora, e que a participação não era obrigatória.

1º momento: Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos

Para que houvesse coerência na elaboração e aplicação da etapa posterior, o *link* de uma enquete virtual foi enviado aos alunos via Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) e aplicativo de mensagens, para que respondessem ao solicitado, de forma voluntária e anônima. Ao todo, 19 alunos responderam à enquete composta por 8 perguntas, permitindo uma reflexão sobre os resultados e o planejamento da próxima etapa. Foi pedido ainda que as respostas fossem autênticas e que não fossem feitas pesquisas para elaborá-las, de modo que elas fossem baseadas no conhecimento que foi construído ao longo do tempo a partir das diversas fontes do seu dia a dia.

A partir dos resultados colhidos nessa enquete, observou-se a necessidade de enfatizar a temática Plásticos e Microplásticos no ensino de Química, visto que o assunto é pouco conhecido pelos alunos. Para ilustrar o quanto esse conhecimento está distante do cotidiano dos alunos, a seguir apresentamos os resultados agregados. Na pergunta objetiva “Você sabe a principal diferença entre os plásticos e os microplásticos?”, as respostas obtidas chamaram bastante atenção, pois, dos 19 alunos participantes, 15 (79%) não souberam diferenciar um material chamado de plástico de outro material chamado de microplástico. Apenas 1 (5%) aluno sabia essa diferença. A opção “talvez” foi inserida para possibilitar a escolha por alunos inseguros de seus conhecimentos. Entretanto, apenas 3 (16%) alunos optaram pelo “talvez”, permitindo verificar que se faz importante a abordagem do tema no ambiente escolar.

A outra pergunta objetiva feita na enquete, “Você sabe do que são feitos/formados os plásticos?”, as respostas reafirmam o quanto se torna relevante uma mudança de postura dentro das escolas de Educação Básica, pois 74% dos participantes da enquete responderam não saber que a matéria-prima necessária para a produção desse material tão presente em seu cotidiano é uma fração – a

nafta – de um recurso natural não renovável, o petróleo.

É notório, a partir da leitura das respostas obtidas, o quanto necessárias são as discussões a respeito da temática e o quanto o ambiente escolar tem potencial de catalisar a curiosidade e um possível engajamento dos alunos sobre assuntos do cotidiano. Com as respostas reunidas e analisadas, o passo seguinte foi a montagem de um roteiro da apresentação para ser exibida em uma aula expositiva.

As turmas do terceiro ano do Ensino Médio foram escolhidas por contemplarem o conteúdo de polímeros e plásticos em seu currículo. Como já mencionado na metodologia, havia duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, e todos os alunos que optaram pelo formato presencial foram convidados a participar das etapas de intervenção.

2º Momento: *Elaboração do conhecimento através de aula expositiva*

De acordo com os resultados obtidos na etapa anterior, preparou-se um conjunto de *slides* contendo diversas informações sobre a temática Plásticos e Microplásticos para ser apresentado em uma aula expositiva. Para esse momento, todos os alunos foram agrupados em uma sala da escola que dispunha de recursos de multimídia, totalizando 22 participantes. Para a exposição do tema utilizou-se dois tempos de aula de 50 minutos cada e iniciou-se com imagens e perguntas de problematização, para instigar a curiosidade e motivar os alunos. Diante desse contexto, diversos tópicos foram abordados sobre os plásticos, como a matéria-prima, escala da produção mundial, usos, formas de descarte, consumo no Brasil, tipos de plásticos, impactos ambientais, ciclo de vida na natureza, e microplásticos, com ênfase na sua geração e nos seus impactos ambientais. Entretanto, vale destacar que em momento algum a professora defendeu a ideia de eliminar a utilização dos materiais plásticos do cotidiano. Inclusive, durante a exposição, a professora destacou as diferentes utilizações desses materiais, dadas suas características únicas.

A aula transcorreu sem muita participação dos alunos, apesar das várias provocações feitas pela professora. Porém, vale destacar a fala de uma aluna participante no decorrer da intervenção, quando ela se sentiu à vontade para se manifestar: “*Professora, nós vamos morrer mesmo. Então, para que todo esse movimento e cuidado?*” Essa fala, que denota uma postura negativa e descompromissada, foi imediatamente questionada pelos demais alunos, e a aluna tentou então amenizar o que tinha dito. De qualquer modo, essa fala deu origem a um primeiro debate entre os alunos.

3º Momento: *A aplicação do conhecimento*

Esse momento foi pensado para que fosse possível analisar o alcance da etapa anterior. Para isso, uma nova enquete virtual foi elaborada e enviada, também de forma remota, aos alunos através de *link* no aplicativo de mensagens e via Ambiente Virtual de Aprendizagem, solicitando que apenas aqueles que participaram da etapa anterior, ou seja, os alunos presentes no dia da aula expositiva, respondessem, voluntariamente, às questões propostas. Juntamente com a enquete, foi enviado um segundo *link* que dava acesso a um episódio do podcast “*Moléculas*” (Microplásticos, 2019) para contribuir para a construção desse conhecimento. Novamente, foi destacada a importância da originalidade das respostas, sendo assegurado o anonimato.

Nesta segunda enquete, pode-se destacar a participação de 14 alunos e analisar os resultados obtidos. A primeira questão se referia, novamente, à matéria-prima dos plásticos, objetivamente, com a possibilidade de responder sim ou não: “*Você sabe qual é a matéria-prima necessária para se produzir os plásticos?*”. A maioria dos alunos (92,9% - 13 alunos) respondeu afirmativamente.

Para aferir a resposta dada na pergunta anterior, foi feita uma segunda pergunta com resposta livre (discursiva): “*Em caso afirmativo, escreva qual seria, baseado em seu*

conhecimento.” Dos 13 alunos que responderam corretamente qual seria a matéria-prima do plástico, 12 escreveram ser o petróleo e 1 aluno foi ainda mais específico, dizendo ser um derivado do petróleo.

Com relação aos microplásticos, foi repetida a mesma pergunta da primeira enquete: “*Você sabe qual é a diferença entre os plásticos e os microplásticos?*” Dos 14 alunos respondentes, 10 (71,4%) afirmaram saber distinguir o plástico do microplástico, 1 aluno disse não saber a diferença e outros 3 optaram pela resposta “*talvez*”. Entretanto, dos 3 alunos que responderam que talvez soubessem diferenciar plástico de microplásticos, 2 deles conseguiram descrever essa diferença na resposta à pergunta posterior, que dizia: “*Em caso afirmativo na pergunta 4, descreva qual(is) seria(m) essa(s) diferença(s), de acordo com o seu conhecimento.*” Suas respostas foram: “*Os microplásticos são plásticos bem pequenos que atrasam (sic) o meio ambiente*” e “*Microplásticos e plásticos são diferentes microplásticos são plásticos pequenos já plásticos são maiores*” (sic).

Para abordar o assunto sobre o consumo não sustentável e descarte inadequado, foi solicitado que eles respondessem livremente a seguinte pergunta: “*Existe alguma alternativa para minimizar os problemas causados pelo consumo/descarte inadequado dos plásticos? Explique com suas palavras.*” As respostas foram adequadas ao contexto, seguindo a proposta dos 3 R’s². Os 13 alunos sugeriram alternativas que corroboram para que tal prática seja aplicada. No Quadro 2, as respostas coletadas foram transcritas e classificadas conforme sua adequação a cada um dos 3 R’s.

Para encerrar a enquete, foi realizada uma pergunta de livre resposta: “*Esse espaço será destinado para você fazer considerações/complementações sobre o tema, então, complete a frase: “Na aula sobre plásticos e microplásticos eu aprendi...” Podemos citar algumas respostas que permeiam por tópicos que foram mencionados na aula expositiva. Na resposta transcrita abaixo destaca-se o tempo de decomposição, um tópico abordado durante a aula.*

“*Que o plástico é muito maléfico ao meio ambiente e pode demorar até 5 séculos para se decompor e dentro desse período podendo ferir e até matar dezenas de animais, principalmente animais marinhos...*” (Aluno A).

Em várias outras respostas, como as mencionadas abaixo, os alunos comentaram sobre o consumo exagerado e a importância de reciclar os resíduos gerados:

“*Que os plásticos estão sendo usados exageradamente, por isso devemos reciclar*” (Aluno B).

“*Que os plásticos e micro plásticos fazem muito mal para o meio ambiente, com isso é necessário fazer a reciclagem e o descarte correto*”(Aluno C).

“*Eu aprendi a origem do plástico, a grande quantidade de uso no mundo e a pequena porcentagem de reciclagem, no Brasil é apenas 9%*”(Aluno D).

Assim, obtivemos respostas que demonstram mobilização de conhecimentos dentro da temática apresentada a eles. Ao todo foram 15 perguntas que fizeram parte dessa enquete remota.

Quadro 2: Respostas dos alunos a uma das perguntas feitas na segunda enquete virtual e classificação tentativa segundo os 3 R's.

Respostas Coletadas	Reduzir	Reutilizar	Reciclar
<i>A reciclagem dos plásticos já utilizados e o crescimento do uso de materiais biodegradáveis</i>			X
<i>Na real é só reciclar mesmo</i>			X
<i>Sim, realizar o descarte correto</i>			X
<i>Carregar sacola renovável, evitar embalagem excessiva de alimentos, caneca pessoal.</i>	X		
<i>Sim. Agora temos as opções de usar canudos de papel e metal</i>	X		
<i>Utilizarmos ao máximo objetos não descartáveis. Os copos, por exemplo.</i>	X		
<i>Optar por sacolas de pano</i>	X		
<i>E só cada pessoa separar os lixos em cada lixeira tipo plásticos com plásticos, resto de comida</i>			X
<i>Reciclagem</i>			X
<i>Reciclando, reutilizando e usando refis</i>	X	X	X
<i>Usar produtos feitos com outros materiais</i>	X		
<i>Reutilizando ele, exemplo as sacolas plásticas, trocar elas pela bolsa maior, os potinhos de manteiga pra colocar comidas dentro</i>	X	X	
<i>Conscientizar as pessoas sobre os impactos do plástico, reduzir a produção e/ou encontrar outros materiais biodegradáveis que sirvam como plástico e a reciclagem.</i>	X		X

Fonte: autores.

Para complementar o terceiro momento, uma roda de conversa foi idealizada. Nessa etapa, a proposta era estimular o debate entre os alunos, no qual eles atuariam de forma mais participativa/colaborativa no seu processo de aprendizagem, visto que nesse momento já poderia existir maior interesse pelo tema. Assim, a professora iria atuar como mediadora daquele momento, atendendo às diferentes demandas momentâneas que pudessem aparecer, como organização das falas, disputas entre os participantes e, quando necessário, dar contribuições informativas durante a participação dos alunos. Para agregar a essa etapa, a professora (autora deste relato) fez uma pequena exposição, no próprio ambiente de discussão, com diversos materiais plásticos que foram descartados em ambiente doméstico. Dentre eles, pelo menos um resíduo de cada tipo de plástico (PET, PEBD, PVC, PEAD, PP, PS e outros) para que eles pudessem verificar a existência da simbologia e diferenciar visualmente as características físicas aparentes. Para direcionar essa etapa, uma sequência de *slides* foi elaborada e exibida aos alunos, sabendo-se da disponibilidade dos recursos de multimídia necessários. Essa apresentação continha, basicamente, perguntas provocativas e reflexivas, as quais, de acordo com a proposta, seriam respondidas, dialogadas ou debatidas entre os participantes: Do que o plástico é feito? A Era do Plástico – você concorda? Seria possível eliminar o

Para complementar o terceiro momento, uma roda de conversa foi idealizada. Nessa etapa, a proposta era estimular o debate entre os alunos, no qual eles atuariam de forma mais participativa/colaborativa no seu processo de aprendizagem, visto que nesse momento já poderia existir maior interesse pelo tema.

plástico da nossa vida? O que fazer? Momento reflexão. Os 3 R's. As ilhas de plásticos. Biodegradáveis x Bioplásticos – você sabe a diferença?

Para essa etapa, optou-se por não juntar as duas turmas participantes. A roda de conversa, então, foi pensada para que os alunos permanecessem em sua turma de origem, possibilitando que eles ficassem mais confiantes e à vontade diante de um grupo que faz parte da sua rotina diária, possibilitando um momento descontraído e construtivo. Houve a participação de 19 alunos nesta etapa, sendo 11 alunos da turma de 3º ano integral, e 8 alunos do 3º ano regular. Respeitou-se também o tempo de aula de cada turma, ou seja, a roda de conversa teve duração de 50 minutos em cada turma³.

Contudo, mesmo diante do exposto acima, e frente à expectativa que existia para o momento, os alunos de ambas as turmas se posicionaram muito pouco e a roda de conversa não aconteceu como o esperado, se aproximando de um bate-papo num formato mais expositivo. Durante esse período, por várias vezes a professora (autora deste relato) questionou os alunos, tentando aproximá-los e fazê-los participar. Entretanto, obteve uma participação tímida dos alunos, mesmo durante a apresentação do *slide* “Ilhas de Plásticos”, no qual foi exibido um curto vídeo sobre essa realidade. Embora os alunos tenham apresentado resistência em participar, a etapa foi bastante enriquecedora, pois o tema

Plásticos e Microplásticos foi reforçado e a sustentabilidade foi evidenciada durante toda a intervenção.

Vale destacar que, posteriormente às intervenções, ainda no 3º bimestre, os tópicos necessários ao entendimento sobre o conteúdo de polímeros foram discutidos, como algumas características e propriedades do átomo de carbono bem como seus compostos e as cadeias carbônicas. Foram abordados, também, os diferentes tipos de fórmulas usadas para representar os compostos orgânicos e o reconhecimento de algumas funções da química orgânica. Nas aulas referentes ao 4º bimestre, foi introduzido o conceito de Polímeros, relacionando-o com a temática proposta neste trabalho. Logo, a ideia foi, a partir de um exemplo do cotidiano, como o descarte inadequado de garrafas PET, explicar os tópicos referentes à identificação das unidades de repetição (monômeros), a diferença entre os termoplásticos e os termorrígidos e as reações de polimerização, bem como mostrar a diferença entre os polímeros sintéticos e os naturais (biopolímeros ou biomoléculas). Esse conhecimento foi enriquecido com as intervenções planejadas e executadas nesse relato, que contextualizou o conteúdo disciplinar obrigatório.

Conclusão

De acordo com o que foi apresentado neste relato, o tema Plásticos e Microplásticos, além de estar em consonância com os documentos oficiais que regem a Educação Básica, atende também aos ODS propostos pela Agenda 2030 e possui relevância para a sociedade atual e para as futuras gerações. Entendemos que a participação ativa dos alunos nos diferentes momentos pedagógicos relatados neste trabalho pode e deve ser estimulada, e que em outro momento, no qual as tensões advindas do isolamento social e dos meses de ensino remoto já estiverem dissipadas, a intervenção relatada poderá gerar resultados ainda mais robustos. A análise dos resultados desta pesquisa nos permitiu verificar que, mesmo nas condições adversas da pandemia de covid-19, mediante um planejamento adequado e consistente, foi possível discutir e aprofundar o tema, despertando reflexões nos alunos

para um possível engajamento posterior, além de contribuir para a contextualização do conteúdo de Polímeros. Portanto, este relato de experiência se enquadra nos projetos pedagógicos que envolvem temas ambientais e sociais relevantes, ou, em outras palavras, que envolvem o princípio da sustentabilidade, mostrando ser possível uma maior mobilização dessa temática no ambiente escolar.

Notas

¹Ao longo do texto utilizamos os termos polímeros, polímeros sintéticos, materiais poliméricos, plásticos, plásticos sintéticos e materiais plásticos como sinônimos.

²Sabemos que existem novas leituras e nomenclaturas sobre os R's, porém, no planejamento adotado para este relato, optamos pela simplicidade e mantivemos a classificação inicial, mais conhecida: Reduzir-Reutilizar-Reciclar.

³Vale ressaltar que cada turma teria dois tempos de 50 minutos na disciplina de Química, entretanto, diante da pandemia da covid-19 e da bandeira sanitária do município no qual a escola está inserida, os tempos de aulas presenciais foram reduzidos. Por isso, a unidade escolar organizou os tempos disciplinares e a disciplina de Química passou a dispor, presencialmente, de apenas um tempo de 50 minutos.

Agradecimentos

À direção da escola por todo apoio durante a intervenção escolar e aos alunos voluntários deste projeto. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Aline Soares Fonseca de Azevedo (hugoealine2009@gmail.com), licenciada em Química, professora da SEEDUC-RJ e mestranda no PROFQUI pela UFRRJ. Seropédica, RJ – BR. **Marcelo Hawrylak Herbst** (herbst@ufrj.br), bacharel em Química e doutor em Ciências, professor do Departamento de Química Fundamental do IQ-UFRRJ e do PROFQUI. Seropédica, RJ – BR.

Referências

AGENDA 2030. Plataforma Agenda 2030. *Acelerando as transformações para a Agenda 2030 no Brasil*. 2018. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/>, acesso em set. 2021.

ASSUMPÇÃO, L. *Logística Reversa Aplicada*. UOL, 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/colunas/lia-assumpcao/2020/10/04/logistica-reversa-aplicada.htm>, acesso em out. 2020.

BNCC [BNCC Ensino Médio]. Edital do PNLD para o Ensino Médio. *Youtube*, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2JkU2JEiIk&t=3947s>, acesso em nov. 2020.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular - BNCC*. Brasília: MEC, 2018. p. 549-562. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf, acesso em dez. 2020.

_____. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, volume 2. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf, acesso em jul. 2021.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>, acesso em dez. 2020.

CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. e CLARO NETO, S. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 17-25, 2005.

CICLO VIVO. *A diferença entre bioplástico, plástico oxidegradável e biodegradável*. 2018. Disponível em: <https://>

ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/tipos-de-plastico/, acesso em jun. 2021.

CURRÍCULO MÍNIMO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2012. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/54037940/curriculo-minimo-de-quimica-rj>, acesso em dez. 2020.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 4a. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ECYCLE. *Microplástico: principal poluente dos oceanos*. [s/d]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/microplastico/>, acesso em ago. 2021.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R. e LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017. Disponível em: <https://www.science.org/doi/pdf/10.1126/sciadv.1700782>, acesso em out. 2021.

JANOŠKOVÁ, S.; TEPLÝ, P.; FATKA, D.; TEPLÁ, M.; CAJTHAML, T. e HÁK, T. Microplastics – how and what do university students know about the emerging environmental sustainability issue? *Sustainability*, v. 12, n. 21, p. 9220, 2020.

JONES, F. A ameaça dos microplásticos. *Revista Pesquisa Fapesp*, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-ameaca-dos-microplasticos/>, acesso em set. 2021.

LIM, X. Microplastics are everywhere – but are they harmful? *Nature*, v. 593, p. 22-25, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01143-3>, acesso em out. 2021.

MENDONÇA, V. L. *De olho no futuro*. Projetos Integradores: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. São Paulo: Ática, 2020.

MICROPLÁSTICOS. [Locução de]: Cedric Stephan Graebin. *Podcast Moléculas*. Rio de Janeiro, UFRRJ, novembro, 2019. Disponível em: <http://www.ladmolqm.com.br/moleculas/?p=144>, acesso em set. 2021.

MIODOWNIK, M. *De que são feitas as coisas – 10 materiais que constroem o nosso mundo*. São Paulo: Blücher, 2015.

OAKES, K. O problema pouco conhecido do plástico biodegradável. *BBC News*, 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-52926914>, acesso em dez. 2020.

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, n. 6, p. 1968-1989, 2018. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v10n6a16.pdf>, acesso em nov. 2021.

PIATTI, T. M. *Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais*. Maceió: EDUFAL, 2005.

TRONOLONE, V. B. (org.). + *Ação – na escola e na comunidade*. Projetos Integradores: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. São Paulo: FTD, 2020.

WWF BRASIL. *Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico*. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>, acesso em ago. 2021.

IYBSSD 2022. *International Year of Basic Sciences for Sustainable Development*, [s.d.]. Disponível em: <https://www.iybssd2022.org/en/home/>, acesso em set. 2021.

Para Saber Mais

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) fazem parte de uma ação global, chamada de Agenda 2030, promovida pela Organização das Nações Unidas através da Unesco. Visite: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/> e <https://sdgs.un.org/goals>.

Abstract: *It's raining microplastics! And now?*. This paper describes in-person and online interventions, designed for the pandemic moment, with third-year high school students from a state school in the Baixada Fluminense, RJ, with the objective of exploring the generator theme Plastics and Microplastics in the teaching of organic chemistry/polymers. The design was based on the guidelines of the Common National Curriculum Base, the curriculum of the State of Rio de Janeiro, PNLD 2021 textbooks and the Sustainable Development Goals of the UNESCO Agenda 2030. Results show that the subject, so present in our daily lives, was practically unknown by the students, and serve to reinforce is the necessity to discuss and develop this theme in elementary and secondary education. In addition to promote Chemistry teaching by bringing students closer to science and technology, it was also possible to promote critical reasoning and reflections about sustainable consumption and proper disposal of plastic waste.

Keywords: microplastics, chemistry teaching, sustainable development goals



A publicação deste artigo foi patrocinada
pelo Conselho Federal de Química (CFQ)