Tangram
Revista de Educação Matemática

Universidade Federal da Grande Dourados

Artigo original

A importância do modo de produção como princípio curricular: implicações do ensino de química para o combate da emergência climática

The importance of the mode of production as a curricular principle: implications of chemistry teaching for combating the climate emergency

La importancia del modo de producción como principio curricular: implicaciones de la enseñanza de la química para el combate de la emergencia climática

Victor Ferreira Dias Santos[1]*, Hélio da Silva Messeder Neto[2]

Citação: Santos, V. F. D., & Messeder Neto, H. S. (2026). A importância do modo de produção como princípio curricular: implicações do ensino de química para o combate da emergência climática. *Tangram:* Revista de Educação Matemática, Volume 9, e026026. https://doi.org/10.3390/10.30612/tangram.v9i1.21572

Editores: Prof. Dr. Ademir de Souza Pereira – UFGD/Brasil e Prof. Dr. Leonardo Fábio Martinez Perez – UPN/Colômbia.

Recebido: 15/5/2026
Aceito: 13/09/2026
Publicado: 14/10/2026

Texto sobre copyright.

Três Criativos
Agência Design
Diagramação

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, licenciado em quimica, Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências.
2. Universidade Federal da Bahia, licenciado em quimica, Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências.
*autor correspondente: victor14.f.dias@gmail.com

Resumo: O artigo discute o papel do ensino de Química diante da catástrofe climática, tomando o modo de produção capitalista como princípio para a seleção de conteúdos curriculares. Fundamentado no materialismo histórico-dialético e na pedagogia histórico-crítica, o texto analisa como a Química participa historicamente da produção material da vida e das contradições socioambientais contemporâneas. O objetivo central deste trabalho é demonstrar que o ensino de Química deve possibilitar a compreensão crítica das relações entre sociedade, natureza e produção, superando abordagens restritas à contextualização ou ao consumo individual consciente. Para isso, são discutidos exemplos como borracha, agrotóxicos e plásticos, evidenciando suas relações com a exploração da natureza, a lógica do lucro e a crise ambiental. Conclui-se que compreender a Química em sua dimensão histórica e produtiva é fundamental para formar sujeitos capazes de enfrentar criticamente a emergência climática e de disputar outros projetos de sociedade.

Palavras-chave: Emergência climática. Princípios curriculares. Pedagogia histórico-crítica.

Abstract: This article discusses the role of Chemistry education in the face of climate catastrophe, taking the capitalist mode of production as a guiding principle for the selection of curricular contents. Grounded in historical-dialectical materialism and historical-critical pedagogy, the text examines how Chemistry has historically participated in the material production of life and in contemporary socio-environmental contradictions. The central aim of this work is to demonstrate that Chemistry education must enable a critical understanding of the relationships among society, nature, and production, overcoming approaches limited to mere contextualization or conscious individual consumption. To this end, examples such as rubber, pesticides, and plastics are discussed, highlighting their connections to the exploitation of nature, the logic of profit, and the environmental crisis. It is concluded that understanding Chemistry in its historical and productive dimensions is essential for forming subjects capable of critically confronting the climate emergency and contesting alternative projects of society.
Keywords: Climate emergency. Curricular principles. Historical-critical pedagogy.

Resumen: El artículo analiza el papel de la enseñanza de la Química frente a la catástrofe climática, tomando el modo de producción capitalista como principio para la selección de contenidos curriculares. Fundamentado en el materialismo histórico-dialéctico y en la pedagogía histórico-crítica, el texto examina cómo la Química participa históricamente en la producción material de la vida y en las contradicciones socioambientales contemporáneas. El objetivo central de este trabajo es demostrar que la enseñanza de la Química debe posibilitar la comprensión crítica de las relaciones entre sociedad, naturaleza y producción, superando enfoques restringidos a la contextualización o al consumo individual consciente. Para ello, se discuten ejemplos como el caucho, los agrotóxicos y los plásticos, evidenciando sus vínculos con la explotación de la naturaleza, la lógica del lucro y la crisis ambiental. Se concluye que comprender la Química en su dimensión histórica y productiva es

fundamental para formar sujetos capaces de enfrentar críticamente la emergencia climática y disputar otros proyectos de sociedad.
Palabras clave: Emergencia climática. Principios curriculares. Pedagogía histórico-crítica.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O atual contexto histórico é marcado por uma crise ambiental sem precedentes na história da humanidade. O aumento cada vez mais exponencial das catástrofes não é algo incidental ou apenas um desvio de uma suposta situação de normalidade; ao contrário, essa passou a ser a própria condição histórica na qual estamos inseridos. Em uma reflexão acerca da condição contemporânea em que nos encontramos, Barreto (2022) utiliza a seguinte metáfora:

> Nesse momento, a humanidade é uma espécie de carro desgovernado prestes a atingir um muro de concreto em altíssima velocidade. Não faz muita diferença saber se a colisão será a 350km/h, 375km/h ou 400km/h; ou se estou no banco do motorista, do passageiro ou no banco de trás. Sequer faz tanta diferença saber se estou usando cinto ou capacete. É suficiente saber que a velocidade implica uma colisão mortal e que, por isso, mantendo a imagem metafórica, a humanidade precisa encontrar meios de puxar o freio de emergência, dar um “cavalo de pau” sem precedentes históricos e sobreviver ao capotamento. (Barreto, 2022, p. 5)

Nossos leitores e nossas leitoras podem questionar se estamos exagerando ao utilizar essa metáfora para expressar a condição atual da humanidade. Contudo, segundo consta no relatório anual do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), somente no ano de 2025, o Brasil registrou 1.493 eventos relacionados a secas intensas, alagamentos, deslizamentos de terra, entre outros desastres ambientais (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, 2026). Somado a isso, o ano de 2025 foi considerado o terceiro mais quente já registrado no planeta, atingindo 1,47 °C acima dos níveis pré-industriais (1850–1900).

O aumento e a expressiva quantidade de eventos registrados em nosso país indicam que a metáfora anteriormente apresentada condiz, de fato, com a situação contemporânea da crise climática na qual estamos inseridos enquanto humanidade. Diante de uma conjuntura tão crítica e severa em relação aos rumos de nossa própria existência, torna-se pertinente refletir sobre o papel da educação em Ciências na formação das novas gerações frente a essa problemática. Em particular, interessa-nos discutir como a questão da emergência climática tem sido abordada no ensino de Química, no âmbito dos conteúdos curriculares, e explorar as potencialidades dessa área para a compreensão desse fenômeno. Essas questões orientam a discussão desenvolvida neste trabalho.

Aprigio et al. (2024) realizaram um levantamento de trabalhos publicados na revista Química Nova na Escola entre os anos de 1995 e 2022, investigando a relação entre Química e Educação Ambiental. Os autores identificaram um total de 74 artigos especificamente voltados a esse objeto dentre os 967 artigos publicados pela revista no mesmo período. Além disso, apontam que os temas mais recorrentes nesses trabalhos foram água, agrotóxicos, resíduos e materiais plásticos (polímeros), predominando abordagens orientadas pela ideia de desenvolvimento sustentável nas relações entre Educação Ambiental e Química.

Santos (2012) investigou como a relação entre Química e Educação Ambiental tem se configurado nos currículos escolares brasileiros. O autor identificou diferentes tentativas de inserir abordagens ambientais nos conteúdos curriculares, principalmente por meio da problematização dos impactos causados por agentes químicos e da proposição de ações voltadas à mitigação desses problemas, como nos debates sobre combustíveis fósseis e combustíveis renováveis. Contudo, grande parte dessas pesquisas não relaciona a emergência climática à forma como a sociedade está organizada e ao entendimento da natureza como espaço para a reprodução da vida humana. Assim, ao não reconhecerem a influência do capitalismo na geração dos problemas ambientais, muitas propostas apostam na desmaterialização da produção ou no desenvolvimento de técnicas mais eficientes e substâncias menos nocivas.

Não se trata de negar a importância dessas práticas, mas, como aponta Barreto (2022), é impossível pensar em desmaterialização ou sustentabilidade dentro da dinâmica capitalista de produção. O autor destaca ainda que o discurso da eficiência tecnológica mascara o verdadeiro objetivo do sistema: ampliar a produção e os lucros. Por isso, mesmo pesquisas voltadas a métodos mais eficientes e sustentáveis só são incorporadas ao setor produtivo quando aumentam significativamente a geração de valor. Assim, as tecnologias, ainda que positivas, tendem a ser apropriadas privadamente pelos capitalistas ou permanecer esquecidas enquanto pesquisas.

Dessa forma, o aumento da eficiência não implica necessariamente redução dos problemas ambientais ou da extração de recursos naturais. A transformação da natureza é condição da reprodução da vida humana, mas, na lógica capitalista, ocorre de forma ilimitada. Na prática, o aumento da eficiência amplia o consumo, os lucros e a devastação ambiental. Por isso, Barreto (2022) afirma que o capitalismo é ecologicamente inviável e que sua superação seria neces-

sária para orientar a produção pelas necessidades humanas, e não pela busca incessante de lucro.

Nesse contexto, este ensaio fundamenta-se no materialismo histórico-dialético e na pedagogia histórico-crítica[1]. Considerando o currículo como um campo de disputa de projetos de sociedade (Malanchen, 2016; Pasqualini, 2019), especialmente na definição dos conteúdos escolares, investigamos como o currículo de Química pode contribuir para a apropriação histórico-crítica das relações entre o modo de produção capitalista, a produção do conhecimento químico e suas relações com a emergência climática enquanto expressão da crise ecológica do capital.

A seguir, discutiremos as relações entre o desenvolvimento das forças produtivas, a industrialização e a produção de materiais a partir da Química, apresentando exemplos que evidenciam a importância de compreender uma Química concreta no modo de produção capitalista e sua relevância para a seleção curricular dos conteúdos. Esses exemplos buscam demonstrar que a produção de materiais possui uma história marcada por sua origem, desenvolvimento e capilarização social, influenciada pela lógica expansionista do capitalismo. Esperamos, assim, contribuir para o enfrentamento da emergência climática e para a disputa curricular em uma perspectiva histórico-crítica.

MODO DE PRODUÇÃO COMO PRINCÍPIO PARA A SELEÇÃO DE CONTEÚDOS CURRICULARES

A atual crise climática que vivemos perpassa diretamente pela relação entre o ser humano e a natureza, ou seja, pela forma como interagimos, transformamos e lidamos com a base física e material que permite a nossa existência e reprodução enquanto seres. A essa condição, consideramos que a categoria que melhor capta os elementos essenciais dessa relação é a de trabalho (Lukács, 2018). Por exemplo, quando pensamos na reprodução de nossas vidas, de ma-

1 Neste artigo, não iremos apresentar e aprofundar nos fundamentos da pedagogia histórico-crítica e do materialismo histórico-dialético. Entendemos que os trabalhos de Saviani (2012; 2014), Marx (2013), Malanchen (2016), Pasqualini (2019) e Barreto (2022) já executaram esse movimento de exposição didática dos fundamentos. Por isso, recomendamos a leitura dessas obras para aprofundamento. O nosso intuito é utilizar desses fundamentos em movimento, como será possível verificar em nossas análises.

neira imediata, logo lembramos das necessidades de alimentação, de vestuário e moradia. Poderíamos aqui pensar em outras necessidades, mas, de forma geral, vamos focalizar nessas três que foram por nós apontadas. Em termos da história da humanidade, as respostas às necessidades de alimentação, vestuário e moradia iriam variar de formas diversas, por inúmeros motivos, como a diversidade de territórios, concepções, formas de organização da vida, entre outros. Sendo assim, podemos perceber que esses elementos possuem uma historicidade, pois não são naturais no sentido de que são produções humanas para atender necessidades. E essas produções são fruto do trabalho humano, da construção histórica de um movimento de transformação da natureza para atender suas necessidades, algumas mais imediatas e outras que foram sendo produzidas por mediação dessa prática de constituição do que é o próprio ser humano.

Como aponta Nikitin (2005), essa condição do ser humano é imutável, e, em todas as sociedades já existentes, a necessidade de produzir para reproduzir a vida sempre existiu e continuará a existir enquanto condição de humanidade.

Bom, se estamos apontando para isso, é importante compreender que, historicamente, o ser humano manipula a natureza de forma cada vez mais consciente, e, ao mesmo tempo, a natureza transforma esse ser humano, em uma relação dialética de objetividade-subjetividade. Ao manipular a natureza e buscar formas de atender às necessidades humanas de reprodução da vida, também temos mudanças no nosso próprio ser, em nossos pensamentos e em nossa subjetividade, inclusive criando novas coisas para além daquela natureza objetiva imediata e, simultaneamente, lidando com problemas que também mexem com essa condição humana.

Então, temos uma condição na qual os problemas e as necessidades humanas são históricos. Uma dessas relações que destacamos, no sentido da manipulação da natureza, vem, nesse longo processo, passando por contribuições coletivas e humanas que levaram a diversos entendimentos. Em um contexto mais contemporâneo, uma das atividades humanas que se debruça sobre esse processo de forma intencional é a atividade dos químicos e das químicas.

Este trabalho perpassa, portanto, pela compreensão intencional da relação entre sociedade e natureza a partir do referencial do materialismo histórico-dialético. Isso implica compreender a natureza não como algo externo e estático diante do ser humano, mas como uma realidade mediada pelo trabalho, que é histori-

camente transformada na produção material da existência. Nessa perspectiva, interessa-nos investigar quais propriedades dos materiais são mobilizadas e reproduzidas no processo produtivo e de que modo os conhecimentos químicos participam dessa transformação. Para tanto, Zaterka (2023) nos ajuda a compreender quais têm sido as contribuições da Química no modo de produção capitalista para a reprodução da vida humana:

> Podemos definir de maneira geral seis grandes categorias do uso da química na sociedade moderna e contemporânea. Primeiro, a dos produtos químicos estruturais, plásticos e fibras sintéticas. Em seguida, a dos produtos agrícolas, pesticidas, herbicidas e fertilizantes. O terceiro grupo abrange as drogas fármaco-medicinais em geral. O quarto inclui os processos químicos, tanto para uso industrial como doméstico. A quinta categoria aborda produtos de cuidado pessoal, tais como sabonetes e cosméticos. Por fim, existem os produtos químicos relacionados com alimentação, sal, açúcar, aditivos, corantes, odores, sabores etc (Zaterka, 2023, p. 32).

Podemos observar, então, que a Química participa ativamente desse processo de reprodução da vida humana, fornecendo uma diversidade de materiais que cumprem a função de satisfazer as necessidades humanas. Contudo, é importante destacar que esses materiais somente podem ser acessados a partir do trabalho, ou seja, da produção humana dos mesmos. Nesse sentido, quando apontamos que essa categorização de materiais representa a manipulação da natureza em um contexto contemporâneo e capitalista, estamos também apontando para a forma como organizamos a nossa vida e garantimos as condições para que esse trabalho seja executado. Mas, afinal, o que é modo de produção? E por que ele é importante para compreendermos essa relação entre ser humano e natureza? Nikitin (2005) aponta que:

> O processo de produção não pode ser compreendido sem os meios de trabalho. Meios de trabalho são todas as coisas que o homem utiliza para agir sobre os objetos que precisam ser transformados. Entre eles estão as máquinas, ferramentas, instrumentos, instalações, edifícios destinados à produção, diversos tipos de transporte, canais, linhas de transmissão de energia elétrica, entre outros. A terra também constitui um meio universal de trabalho. [...] Contudo, os meios de produção, por si só, não são capazes de criar bens materiais. A maquinaria mais avançada é absolutamente inútil sem a intervenção humana. Por isso, o fator decisivo de toda produção é o homem, ou seja, sua força de trabalho. (Nikitin, 2005, pp. 6-7, tradução nossa)

Nesse aspecto, para cada material que produzimos enquanto seres humanos, utilizando os conhecimentos da Química que historicamente produzimos, necessitamos de uma base material que estrutura e organiza essa produção. Então, se fizermos um exercício de olhar ao nosso redor e verificarmos a grande variedade e diversidade de materiais que temos ao nosso entorno, é necessário compreendermos que estes partem de uma base material organizativa para serem produzidos e que, em uma lógica capitalista dessa estrutura, esses materiais precisam ser comprados e, assim, tornam-se mercadorias. Com isso, podemos compreender que a dinâmica de trabalho que pontuamos inicialmente, que manipula a natureza e que tem sua historicidade, também possui uma forma organizativa, isto é, condições para que essa produção ocorra, que também são históricas e determinam a maneira como nos relacionamos com esses próprios materiais e suas propriedades, que podem satisfazer as nossas necessidades.

E qual é a lógica do modo de produção vigente e atual? Segundo Barreto (2022), é a dinâmica de expansão a todo custo e de aumento do processo de acúmulo de capital, sendo que a própria natureza é submetida a essa lógica, não sendo considerada dentro de suas múltiplas relações de complexidade e de finitude, mas apenas como mais um meio de produção privado e que necessita ser explorado. Notemos que o nosso anúncio, em termos da relação entre ser humano e natureza, mediada pelo trabalho, apresentado no início desta seção, começa agora a ganhar uma concretude maior em termos de qual é o impacto para pensarmos a emergência climática no contexto do modo de produção capitalista.

Destacada essa lógica do modo de produção capitalista, ainda nos deparamos com uma situação de primazia: necessitamos reproduzir as nossas vidas, mesmo que estas sejam marcadas pela dinâmica da ampliação de lucro da burguesia a qualquer custo e que isso impacte a própria possibilidade de esgotamento da natureza. E, afinal, qual é o papel de compreendermos a Química relacionada ao seu modo de produção, ainda em um contexto no qual essa ciência está submetida e inserida nessa lógica de devastação do meio ambiente e da natureza? Existe alguma forma de lidar com essas condições?

Nesse sentido, é importante retomarmos dois elementos, sendo o primeiro deles que a atividade de trabalho, entendida como a produção da nossa existência material para a reprodução da vida, é própria da natureza humana; sem ela, não garantimos a nossa própria existência. O segundo elemento é que, na dinâmica produtiva atual, a Química cumpre um papel de fornecer instrumentos

que permitem à humanidade compreender de forma sistemática e objetiva o comportamento da matéria e como ela pode ser transformada, requisito essencial para que possamos cumprir a primazia da nossa existência apontada no primeiro elemento. Dessa forma, enquanto princípio curricular de compreensão do modo de produção e o impulso da Química nesse desenvolvimento, torna-se central para que possamos continuar com a nossa atividade humana, contudo de forma crítica, compreendendo os condicionantes desses conhecimentos e almejando a luta por uma outra dinâmica produtiva. Por isso, conhecer a Química em sua historicidade e em seu movimento do real é deveras importante para enfrentarmos a emergência climática de forma mais consciente e crítica, no sentido da superação do sistema capitalista.

Mesmo diante da importância das produções geradas pela práxis química, precisamos também avaliar outros fatores que condicionam e estão presentes nesse movimento de atendimento das nossas necessidades de reprodução da vida. Como podemos observar a seguir, existem certos materiais que foram produzidos para resolver ou atender problemas e demandas. Contudo, há elementos para além da aparência imediata que precisam ser considerados:

> Embora possamos partir da premissa que a síntese de uma determinada substância deve objetivar sobretudo um potencial produto benéfico para a sociedade, sabemos que não é isso o que sempre ocorre. Do ponto de vista geral, esse potencial produto benéfico nem sempre acontece, se for considerado isoladamente, pois, no limite, cada nova molécula produzida em laboratório pode ter eventuais ameaças e riscos em potencial que ainda são ignoradas pelos seus próprios produtores. Um caso exemplar é a dos clorofluorcarbonetos (CFC), compostos artificiais que possuem carbono, flúor e cloro em sua estrutura (Zaterka, 2023, pp. 32-33).

Expusemos anteriormente uma categorização em torno das funções atribuídas a determinados materiais produzidos a partir da Química e de sua indústria. Contudo, não podemos esquecer que as condições materiais nas quais essa produção existe são organizadas segundo a lógica capitalista, ou seja, pela busca por aumento dos lucros e pela expansão ilimitada da dinâmica capitalista de produção. Nesse aspecto, como podemos observar no trecho, a autora aponta para algumas contradições presentes nessa dinâmica do modo de produção vigente. Em um primeiro momento, a produção de um novo material poderia ser encarada como algo positivo e benéfico para o conjunto da população, porém,

isso não ocorre. Para exemplificar essa argumentação, a autora aponta para o caso dos compostos denominados CFC, que têm como objetivo atuar como refrigerantes, amplamente utilizados em geladeiras, por exemplo. Inicialmente, essa nova substância veio para substituir outras que possuíam alta inflamabilidade e também toxicidade. Contudo, essa suposta vantagem se mostrou, ao contrário, um grande problema.

Dessa forma, a alta estabilidade e facilidade de produção, inicialmente vistas como algo positivo, mostraram-se extremamente problemáticas em sua interação com a camada de ozônio, visto que esses gases acabavam por destruir e diminuir essa importante barreira que reduz a incidência de raios ultravioletas em nosso planeta. Além disso, o CFC também contribui para o aumento do aquecimento global e do efeito estufa, por serem gases que contém carbono. O gás carbônico e sua emissão contribuem de forma significativa para o aumento desse fenômeno, colocando em risco a existência da humanidade. Mesmo com esses problemas destacados, a introdução desse material teve como justificativa as vantagens mais imediatas e econômicas em torno de seus usos.

Essa substância teve seu início de produção na década de 1930 e, somente a partir da década de 1980, com o Protocolo de Montreal, assinado por 46 países, houve o indicativo da proibição de seu uso e produção, sendo que, em algumas situações, ainda foi permitido seu uso como reagente intermediário na produção de outros compostos (Rodrigues, 2023). Em um primeiro momento, podemos perceber que foram necessários 50 anos para avaliar os efeitos causados pela produção de um composto novo e artificial que, devido à sua alta estabilidade, foi considerado benéfico para um grande conjunto da população. Mesmo nesse cenário, os dados apresentados indicam que, em 2020, houve recordes na emissão de gases CFC na atmosfera, indo contra o acordo assinado em escala mundial e indicando que ainda há diversos problemas em torno desse composto, inicialmente visto apenas como benéfico em sua produção. Segundo Rodrigues (2023), uma porcentagem dessas emissões é com subprodutos de outros compostos que acabam por gerar CFC posteriormente, e uma parte desse aumento não soube ser explicado em relação à sua origem. Nossos leitores e nossas leitoras podem estar se perguntando por que isso ainda ocorre se os efeitos em torno da interação desse composto com o ambiente e com os próprios seres humanos já foram identificados e caracterizados.

A resposta para essa questão é o modo de produção vigente, que possibilitou essa produção, ou seja, os interesses do sistema capitalista em torno do aumento de lucros. Segundo Barreto (2022, p. 35): “Ao capital não importa que suas existências físicas destruam progressivamente as condições naturais sobre as quais se erguem as sociedades, contanto que a maior massa possível de mais-valor seja criada no processo”. O mais-valor indicado pelo autor, em termos gerais, aponta para a possibilidade de aumento de lucro e da acumulação de capital a partir da exploração e venda da força de trabalho dos trabalhadores e das trabalhadoras. Esse é o único e principal objetivo na dinâmica produtiva capitalista; sendo assim, não importa se estamos destruindo a natureza e os recursos necessários para a nossa existência. Essa é a lógica do capital: o aumento do lucro e sua expansão desenfreada a qualquer custo.

O que estamos tentando argumentar aqui, ao apontar para esse caso histórico da produção de materiais, é que existe uma submissão da lógica produtiva aos interesses capitalistas, e não ao atendimento das necessidades humanas. Também não queremos sugerir que as questões postas aqui possam ser resolvidas ou atribuídas a uma escala individual, tanto em relação aos químicos quanto aos indivíduos que consomem esse tipo de substância. Em termos imediatos, para os químicos, na lógica atual, a descoberta de um composto de alta estabilidade é algo presente na própria atividade profissional. Já no lado de quem consome esses materiais, a escolha é limitada, pois as mercadorias circulam e são inseridas na vida a partir de condicionantes estabelecidos pelos próprios capitalistas.

Outra consideração importante refere-se à dinâmica do tempo em que é possível perceber os impactos decorrentes dessas produções. Cada impacto causado por um novo material tem um tempo para surgir e, consequentemente, ser evidenciado. Os CFCs foram identificados relativamente rápido devido ao grau de desenvolvimento científico do século XX. Contudo, os riscos relacionados ao chumbo e ao mercúrio foram percebidos muito tempo depois de seu amplo uso em produções, técnicas e outras atividades químicas. O mesmo podemos dizer sobre os plásticos e diversos outros materiais que foram produzidos e capilarizados na prática social humana.

Em relação ao nosso debate curricular, um dos pontos interessantes para o professorado de Química é refletir sobre o próprio conceito de estabilidade. Quando, em nossas aulas, ensinamos que os compostos que possuem baixas energias são mais estáveis, é importante conhecer a história de desenvolvimento

e capilarização desses materiais em sua dinâmica concreta. Com isso, a partir do próprio desenvolvimento real, podemos demonstrar os usos dos conceitos químicos, tanto no aspecto produtivo quanto no aspecto posterior à produção, como o consumo e as interações que podem causar diversos problemas para a natureza.

Não iremos negar a importância de o currículo conter o que é entendido como estável, mas podemos apontar as contradições postas em torno desse conceito e comparar, por exemplo, como um produto produzido pela natureza também possui estabilidade, mas com mecanismos cinéticos mais condizentes com uma ideia de ciclo sustentável e não destrutivo. Notemos que essa ideia de estabilidade ultrapassa o entendimento cinético, pois, como podemos observar, o grande problema dos CFCs é, de fato, o tempo de meia-vida necessário para que seus compostos de origem voltem para a natureza. Além disso, podemos complementar ou superar os exemplos usados para abordar os conceitos de cinética e estabilidade, como a degradação dos alimentos presentes em nosso cotidiano.

Neste aspecto, nosso objetivo é apontar para um currículo que possua uma intencionalidade histórica, que ganha novos contornos e pode levar à compreensão de que a Química não é algo abstrato. Pelo contrário, ela tem sua base no sistema produtivo, possibilitando o desenvolvimento de materiais que são utilizados para a reprodução da vida. Por outro lado, podemos também entender que a indústria química e a forma como produzimos substâncias e materiais são determinantes para o próprio desenvolvimento teórico e prático da Química, em sua rede epistemológica e lógica.

Esse entendimento abrange o que é a matéria, suas transformações e também as interações que podem ser geradas pela nossa atividade intencional de superar uma adaptação biológica da natureza para uma adaptação social da natureza às nossas necessidades. Como aponta Marx (2013), a natureza em si não possui valor de uso, mas é na relação com o ser humano, mediada pelo trabalho, que vamos criando e encontrando valores para essa base material que nos permite sobreviver e existir.

Contudo, como aponta Bensaude-Vincent e Stengers (1992), a relação entre a Química e o modo de produção não se estabeleceu de forma imediata, sendo necessários alguns condicionantes e necessidades históricas para que essa conexão fosse consolidada.

Assim, o que pretendemos demonstrar neste debate é que conteúdos curriculares tipicamente trabalhados na Química estão imbuídos no modo como produzimos a vida, em especial no sistema capitalista, e, ao fazer isso, o debate sobre as questões ambientais se torna **inerente**. Ele não é uma temática a ser acrescentada; a emergência climática não é um tema a mais para o professor dar conta, mas faz parte de uma Química concreta. É no modo de produção que encontraremos respostas para pensarmos um ensino de Química que vai encarar de frente essa atual situação.

Para ilustrar essa tese sobre o modo de produção como eixo articulador e organizador do currículo de Química, iremos discutir três materiais que se tornaram essenciais para a humanidade e que, simultaneamente, criaram ou modificaram usos e demandas em torno de sua produção: a borracha, os agrotóxicos (no contexto da alimentação) e o plástico. O objetivo não é esgotar a análise econômica ou sociológica desses materiais, mas demonstrar como a tomada do modo de produção como princípio curricular permite ao ensino de Química articular dimensões históricas, sociais e os conhecimentos químicos específicos envolvidos em cada processo produtivo, superando tanto o reducionismo classificatório quanto o economicismo que abandona a especificidade da ciência escolar. Essa exposição visa possibilitar a docentes, estudantes de licenciatura e pesquisadores a compreensão de como esse princípio pode orientar a seleção e a organização dos conteúdos na Educação Química.

O ENSINO DE QUÍMICA E SEUS ENLACES COM O MODO DE PRODUÇÃO: A EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NÃO COMO ACIDENTE

O desenvolvimento de um princípio curricular que defende o ensino da Química a partir do modo de produção, ou seja, a partir de materiais que são produzidos, parte da compreensão de que os materiais ao nosso redor, sua produção, seu desenvolvimento histórico e sua capilarização na sociedade (seus usos) não se tratam, como já dissemos, apenas de formas de contextualização ou abordagem histórica de conteúdos de Química. Notemos que, normalmente, ao abrirmos um livro didático de Química e nos depararmos com alimentos, borracha ou plástico, esses materiais são tratados enquanto temáticas, e não como um conteúdo curricular a ser ensinado.

Nesse sentido, concordando com Messeder Neto (2022), não existem materiais nem Química sem a sua inserção concreta na realidade humana, na prática social. Então, quando normalmente esses conteúdos são usados como tema, é em uma tentativa de tornar “a Química menos abstrata” ou de superar um ensino tradicional que foca apenas nos conteúdos. Percebam que isso se trata de uma complementação, como se a Química fosse algo externo à própria prática social humana, como se não fosse produzida pelo trabalho humano e pelo coletivo ao longo da história, demandando, por exemplo, que fôssemos desenvolvendo abstrações (conceitos) e teorias para explicar e prever os fenômenos e o próprio processo produtivo de substâncias e materiais.

Em relação ao debate da crise climática, por tratar a Química com um alto grau de autonomia em relação ao conjunto da prática social, perde-se de vista a totalidade e a relação que essa área possui com o modo de produção e a exploração e o uso da natureza. Com isso, assume-se uma posição de tratamento dos conteúdos em relação ao sociometabolismo humano em si mesmo, como se a apropriação de novas tecnologias ou atitudes individuais a partir dos conhecimentos pudessem resolver e reformar a lógica de produção através de um consumo consciente de mercadorias. Como vimos anteriormente, o modo de produção capitalista possui uma natureza expansionista e de exploração desenfreada da natureza e de seus recursos.

Nesse sentido, queremos apontar que, ao olharmos para os materiais, estamos buscando selecionar e pensar em um currículo com conteúdos dinâmicos, vivos, atuais e reais (Saviani, 2012), buscando elencar e compreender quais são os conteúdos essenciais, em suas dimensões histórica e lógica, marcados por diversas contradições que levaram a humanidade a compreender o processo de produção desses materiais para a reprodução da vida. Nesse sentido, entendemos que, ao fazer esse processo de orientar os conteúdos para entender os meios de produção:

> [...] é também, de modo inegociável, apontar para uma perspectiva ambiental histórico-crítica. Não é possível para um educador histórico-crítico que trabalha com as ciências da natureza se furtar de um sério debate ambiental classista. Entender como a natureza funciona e como o ser humano a transforma nesse modo de produção, e o colapso ambiental que está sendo gerado pelo sistema capitalista, é condição para entendermos a nossa prática social (Messeder Neto, 2022, p. 281).

Por isso, defendemos esse princípio como uma possibilidade de lidar com a emergência climática, dentro de um contexto de luta de classes, compreendendo as relações de hegemonia da burguesia, que tornou a natureza um meio privado, e as lutas da classe trabalhadora para lidar com o direito ao território e à defesa da terra para sua reprodução da vida. Nesse aspecto, é importante compreendermos como esses três exemplos de materiais nos ajudam a mobilizar esse princípio curricular de seleção de conteúdos que visa contribuir para o enfrentamento da catástrofe ambiental. Bensaude-Vincent e Stengers (1992) apontam que o século XX, no que tange o desenvolvimento da Química, foi marcado pela agenda de pesquisa voltada ao desenvolvimento de novos materiais. Essa crescente demanda pode ser explicada pela influência que as duas guerras mundiais exerceram na dinâmica produtiva internacional, além do próprio processo de expansão do capitalismo por todas as partes do mundo, mesmo que de forma combinada e desigual nesses territórios. Nesse sentido, havia uma necessidade de impulsionar a produção de materiais para atender ao aumento da demanda por esses produtos.

O exemplo da borracha é ilustrativo. Inicialmente cultivada nas florestas amazônicas brasileiras, a seringueira (*Hevea brasiliensis*) era a única fonte de obtenção dessa matéria-prima (Bensaude-Vincent & Stengers, 1992). Como aponta Martins (2024), os franceses concebiam o território amazônico apenas como um espaço de extração de matéria-prima, e seu tratamento deveria ser feito em seu próprio país. Assim, a floresta amazônica seria apenas uma fazenda, um local para a retirada de insumos destinados a abastecer os colonizadores. Em outros termos, como indica Marx (2013), é uma prática de expropriação e de privatização do campo, que, antes utilizado para a reprodução da vida, passa a ser uma fonte privada e um meio produtivo para o sistema capitalista e seu acúmulo de capital.

Em relação a essa situação histórica, podemos dialogar com Barreto (2022), que indica que a lógica capitalista de produção impede a existência de outras formas de produção. No caso da borracha e da obtenção do látex, as tecnologias utilizadas eram locais, principalmente devido à rápida coagulação da borracha após sua extração. Esse limite ao transporte da matéria-prima até a Europa impulsionou a busca por formas de superar essa limitação, além das práticas violentas de roubo de mudas para cultivo em colônias mais próximas do continente europeu. Esse episódio histórico de saque também foi marcado pela apropriação de conhecimentos relacionados à manipulação da borracha. Embora a busca por

formas de manipular esse material tenha representado avanços técnicos e químicos, esse processo partiu de conhecimentos já desenvolvidos pelos povos indígenas em torno da obtenção e do uso desse material.

Esse aspecto evidencia o caráter contraditório da Química. Ainda que a manipulação moderna da borracha e os conhecimentos químicos associados tenham sido sistematizados em contexto europeu, isso só foi possível a partir dos conhecimentos produzidos pelos povos indígenas, embora os créditos e lucros desse processo jamais tenham passado por esses povos. Nesse sentido, ao nos apropriarmos do conhecimento químico sobre a borracha, é necessário compreender que ele é historicamente marcado por essas condições concretas de produção e apropriação.

Em termos curriculares, ao estudarmos a história da borracha, como aponta Saviani (2014), podemos reconstruir a história do nosso povo e nos apropriar dela com o intuito de entender as disputas, conflitos e interesses que levaram à atual configuração em termos dos conteúdos químicos e do uso de determinados materiais. Nesse sentido, não estamos defendendo o ensino dos conteúdos curriculares dos materiais de forma abstrata, mas de forma dinâmica e viva, com o objetivo de reconstruir a biografia do que hoje chamamos de borracha.

Nesse sentido, se, no ensino hegemônico da Química, a borracha vai ser tratada apenas pelas suas propriedades específicas, fórmula estrutural ou tempo de durabilidade, defendemos que essa seja apenas uma etapa essencial para o entendimento desse material. Se queremos, de fato, contribuir para uma Química que se torne um instrumento vivo para pensarmos em uma outra dinâmica produtiva, que não destrua a natureza, é necessário, então, pensarmos em um currículo que proporcione ao nosso alunado entender a borracha na forma de sua produção, de como esse material aparece no ciclo da vida, em seus territórios, de quais foram as modificações em sua exploração, e por fim, de como passou de um produto de origem indígena e dos povos da Amazônia a uma mercadoria na dinâmica produtiva capitalista mundial. Por isso, como apontamos anteriormente, não se trata de abordar a borracha em sua origem e desenvolvimento histórico como um tema complementar para o ensino de polímeros, por exemplo, mas de compreender que não existe conteúdo em relação a esse material e à substância fora de sua prática social em movimento.

Por exemplo, em relação aos dados mais recentes sobre a produção de borracha, podemos distinguir duas categorias fundamentais: a de origem natural e a de origem sintética. Dados oficiais apontam que, em 2023, o Brasil registrou uma produção de 463,4 mil toneladas de borracha natural, conforme os levantamentos anuais de extração vegetal e silvicultura (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2024). Quanto à produção de borracha sintética no país, relatórios setoriais e pesquisas industriais anuais estimam uma produção nacional na casa das 412 mil toneladas no mesmo período (Associação Brasileira da Indústria Química [ABIQUIM], 2023; IBGE, 2024).

Apesar dessa capacidade produtiva, a dependência externa do setor é estrutural. Segundo dados oficiais da Secretaria de Comércio Exterior, em 2023, o Brasil importou cerca de 241 mil toneladas de borracha sintética (NCM 4002), movimentando aproximadamente 542 milhões de dólares (Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços [MDIC], 2025). Em termos de exportação, o país embarcou cerca de 54 mil toneladas, gerando uma receita de 141 milhões de dólares (MDIC, 2025). Historicamente, os Estados Unidos figuram entre os principais exportadores de borracha sintética para o Brasil, integrando uma cadeia produtiva em que a demanda global por esse insumo supera 16 milhões de toneladas anuais (International Rubber Study Group [IRSG], 2024).

A partir desses dados, podemos observar que a borracha tem um papel central na economia brasileira e mundial, mesmo com sua produção dividida entre natural e sintética. Sua produção, em um contexto capitalista, alcança números extremamente elevados de obtenção, levando também a necessidade de muitos recursos energéticos para essa produção. Notemos que, de um material utilizado para atender demandas locais, atualmente, a borracha serve como forma de satisfazer as necessidades mundiais em torno de outras mercadorias que a utilizam em sua composição.

Em termos ambientais, como aponta Barreto (2022), evidencia-se novamente o pressuposto lógico e histórico de uma sociedade de produtores de mercadorias, na qual o campo e a natureza acabam por se tornar espaços de obtenção de mais-valor, independentemente se isso vai destruir esses meios em um processo acelerado. No caso da borracha sintética, mesmo com novas técnicas, isso não se dá na lógica das necessidades humanas reais, mas nas necessidades capitalistas de expansão e aumento de lucros. Então, em termos curriculares e dos conteúdos, ao abordarmos as rotas sintéticas e seus mecanismos para a produ-

ção de borracha sintética, é necessário que façamos um movimento de demonstração dessas contradições, evidenciado que, mesmo com rotas alternativas para a produção, os impactos gerados na natureza, nos povos originários e na classe trabalhadora amazônica e brasileira ainda estão presentes de forma contundente.

Expostos os elementos em torno da borracha e as implicações para o debate curricular da emergência climática, passamos agora para o exemplo dos agrotóxicos. Quando debatemos esse tipo de material produzido, logo reconhecemos que ele está inserido em uma suposta lógica de garantia da alimentação da população. O slogan “O Agro é pop, o Agro é tudo”, amplamente difundido pela mídia hegemônica, procura reforçar essa lógica, indicando que o setor que mais consome agrotóxicos é essencial para a garantia do alimento.

No entanto, paralelamente a essa exaltação do setor, assistimos ao aumento dos preços dos alimentos e da insegurança alimentar. Mais do que uma questão de inflação – que poderia, inclusive, ser analisada sob outras perspectivas –, esse processo reflete um ataque direto à nossa soberania alimentar. As necessidades mais básicas da classe trabalhadora brasileira não estão sendo atendidas e, pior ainda, estão sendo transformadas em fonte de enriquecimento para grandes empresários. Assim, a miséria, o sofrimento da classe trabalhadora e a destruição de seus territórios se tornam motivo de satisfação e “oportunidade de negócio” para a burguesia nacional e internacional. No Brasil, por exemplo, a área destinada à produção de soja transgênica é equivalente ao território da Alemanha, sendo de cerca de 358 mil quilômetros quadrados, enquanto a produção dos alimentos basilares da cultura alimentar brasileira vem sendo diminuída de forma intensa, como podemos ver a seguir:

> A área destinada às commodities e à agroenergia continua crescendo, enquanto o espaço dedicado a culturas agrícolas consideradas pilares da alimentação brasileira - arroz, feijão e mandioca - se reduz ano a ano. A área cultivada com mandioca diminuiu 38% nas três últimas décadas: de 1,975 milhão de hectares em 1990 para 1,213 milhão de hectares em 2019, com destaque para a redução observada no Nordeste. A área cultivada com feijão diminuiu 47%: de 5,034 milhões de hectares em 1990 para 2,769 milhões em 2019 - ou seja, perdeu-se quase metade das plantações de feijão no país, sobretudo nas regiões Centro-Oeste e Sul, onde esse cultivo mais foi reduzido [...]. A situação do arroz é ainda mais alarmante. Enquanto em 1990 as áreas de rizicultura se espalhavam pelo país, em 2019 os arrozais

> praticamente sumiram, sobretudo no Sudeste e no Nordeste - com exceção do Maranhão, onde, mesmo assim, houve redução significativa. Em termos gerais, o cultivo de arroz diminuiu 58% no Brasil nas três últimas décadas: de 4,158 milhões de hectares em 1990 para 1,727 milhão de hectares em 2019. É gritante a discrepância entre as áreas de plantio desses pilares da alimentação brasileira e as áreas cultivadas com variedades destinadas ao mercado de commodities e agroenergia. (Bombardi, 2023, p. 26)

Como podemos ver nesse trecho, a natureza e o campo, que deveriam ser voltados aos interesses e necessidades da classe trabalhadora e da soberania nacional alimentar, têm cada vez mais se tornado espaços privados para a produção de mercadorias que serão exportadas para serem processadas em outros países, reforçando, inclusive, a dependência do Brasil enquanto país agrário exportador. E isso afeta diretamente a própria possibilidade de manutenção dos trabalhadores da agricultura familiar, que, de fato, alimenta a população brasileira. Nesse aspecto, em termos curriculares, quando estamos ensinando sobre os perigos dos agrotóxicos, não é possível ficarmos presos em uma lógica de consumo, ou seja, destacar apenas a existência da possibilidade de consumir produtos orgânicos frente aos produtos com agrotóxicos que estão sendo vendidos. Focalizar no consumo, sem pensarmos em conteúdos que mostrem esse movimento de expropriação e uso da terra para a ampliação dos lucros e da produção de mercadorias, é perder de vista o conteúdo objetivo que melhor explica como tem sido a capilarização das substâncias produzidas pelos conhecimentos químicos na prática social humana.

Além desses fatos, Bombardi (2023) demonstra que, atualmente, o Brasil e alguns outros países de capitalismo dependente do terceiro mundo ou, como normalmente são denominados hoje, do sul global, também são usados como o principal mercado para a venda de agrotóxicos pelos países centrais do capitalismo.

> O processo histórico do capitalismo mundializado permitiu que a agricultura se tornasse o substrato da reprodução capitalista de indústrias sediadas no Norte global. Essa reprodução capitalista se expressa, entre outras áreas, na fabricação e comercialização de agrotóxicos. Quando olhamos para as exportações mundiais de químicos agrícolas, verificamos uma enorme assimetria geopolítica, com os Estados Unidos, a União Europeia e, mais recentemente, a China no topo do ranking dos maiores produtores e exportadores de agrotóxicos. A União Europeia, com 13,6 bilhões de dólares vendidos ao exterior em 2020, e a China, com aproximadamente 8 bilhões de dólares co-

> mercializados no mesmo período, se destacam nesse cenário. Os Estados Unidos aparecem em terceiro lugar, com cerca de 4,5 bilhões de dólares. As vendas mundiais de agrotóxicos cresceram de forma significativa nos últimos anos. Se em 2017 foram comercializados internacionalmente em torno de 44 bilhões de dólares, em 2020 esse montante subiu para 56 bilhões de dólares. Paralelamente, o volume de vendas das doze maiores empresas produtoras de agrotóxicos cresceu 27% entre 2017 e 2020. A Syngenta - companhia suíça adquirida pela ChemChina em 2017 - desponta como a maior exportadora de agrotóxicos no período, passando de 9 bilhões de dólares em 2017 para mais de 11 bilhões em 2020. Em seguida, aparecem as alemãs Bayer e Basf e a estadunidense Corteva, que em 2020 arrecadaram, respectivamente, 10 bilhões, 7 bilhões e 6 bilhões de dólares em exportações. Essas quatro companhias, junto com a indiana UPL e a estadunidense FMC, detêm cerca de 80% do valor total da comercialização de agrotóxicos no planeta e venderam em 2020, juntas, mais de 43 bilhões de dólares desses produtos. (Bombardi, 2023, pp. 17-18)

É possível observar o fluxo de capital envolvido na venda de agrotóxicos para países do capitalismo dependente. O Brasil se destaca como um dos maiores compradores desses compostos, tendo consumido 719 mil toneladas em 2021. Assim, para ampliar seus lucros, empresas e países exploram nossas riquezas naturais e transformam nossa população em consumidora de substâncias altamente nocivas. De forma contraditória, a Alemanha – país de origem de algumas dessas empresas – destaca-se pelo investimento em políticas públicas contra o uso de agrotóxicos, ao mesmo tempo em que permite a produção e a exploração dessas substâncias em outras nações para garantir seus lucros.

Esse processo, segundo Bombardi (2023), caracteriza-se como colonialismo químico, prática semelhante a estratégias coloniais históricas marcadas pela destruição de culturas e impactos sobre a população local. Enquanto determinadas substâncias são proibidas para alguns, permanecem amplamente liberadas para outros, evidenciando as contradições e desigualdades estruturais desse modelo. A problemática da privatização da natureza e de seus recursos pode ser aprofundada a partir das considerações de Bombardi (2023), apresentadas a seguir:

> [...] particularmente em países como o Brasil e outros do Sul global que têm sido transformados em “máquinas” de produção de grãos, carne, cana-de-açúcar, celulose e outras commodities para o comércio internacional - “máquinas” cujo “combustível” são as sementes transgênicas, os fertilizantes químicos e os agrotóxicos. A conversão daquilo que outrora foram campos

> e florestas em monoculturas voltadas para a exportação - ou seja, a conversão de terra/solo em substrato para a produção de commodities - se dá em escala avançada: atualmente, apenas nos países-membros do Mercosul, há cultivo de soja em uma área maior que a França, como veremos adiante (Bombardi, 2023, pp. 9-10).

Nesse sentido, o campo perde sua função de gerar alimentos e passa a ser visto como meio de produção privada, utilizando as produções industriais químicas como combustível. Ainda assim, compreender como fertilizar a natureza permanece um conteúdo importante a ser ensinado, inclusive reconhecendo que, na lógica capitalista, essas técnicas são utilizadas para ampliar lucros. Embora existam experiências históricas, como as produções do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), elas permanecem limitadas pela própria lógica capitalista, que, segundo Barreto (2022), não aceita outras formas de organização produtiva além do consumo indiscriminado da natureza para atender interesses privados.

Nesse aspecto, o exemplo dos agrotóxicos permite compreender que eles têm sido utilizados sob a justificativa de garantir a alimentação, ao mesmo tempo em que reorganizam o trabalho no campo. Por isso, conteúdos relacionados aos elementos químicos, seus ciclos na natureza e sua relação com a produção de alimentos e defensivos agrícolas devem ser trabalhados em sua dinâmica concreta e inserção na prática social. Assim, os agrotóxicos não podem ser compreendidos apenas por suas fórmulas estruturais, mas em sua totalidade.

Além disso, como aponta Bombardi (2023), o colonialismo químico contribui significativamente para a degradação da natureza. Portanto, não é possível defender práticas sustentáveis sem reconhecer que a própria lógica produtiva utiliza esse discurso para ampliar mercados. Uma prática verdadeiramente sustentável para a classe trabalhadora exige a compreensão crítica dessa realidade e a mobilização coletiva por outra forma de produção.

Reforçamos, contudo, que isso não significa transformar o currículo de Química em um conjunto de informações sobre agrotóxicos. O currículo continua sendo de Química, exigindo conteúdos relacionados às estruturas químicas, às propriedades dessas substâncias, aos materiais alternativos e às funções orgânicas presentes nessas moléculas. O que defendemos é que o currículo de Química assuma o compromisso político de ascender do abstrato ao concreto,

compreendendo que essas estruturas existem, concretamente, em um cenário de colonialismo químico.

Passemos agora ao último exemplo de material anunciado nesta seção: o plástico. Em relação à sua origem, Bensaude-Vincent e Stengers (1992) apresentam as seguintes considerações:

> O primeiro material plástico fabricado resultou da busca de um substituto do marfim para fabricar bolas de bilhar. Um concurso prometia 10 000 dólares ao inventor deste material. Foi um pequeno impressor do Estado de Nova Iorque, J. W. Hyatt, quem, em 1869, encontrou a solução, após seis anos de pesquisa: o celulóide. A partir da celulose, que se encontra em abundância na madeira e no algodão, tratada com uma mistura sulfonítrica, obtêm-se as nitroceluloses, até aí exploradas apenas nos explosivos. Juntando-se outro produto natural bem conhecido, a cânfora extraída do canforeiro, em presença de um solvente bem conhecido, o álcool, obtém-se uma substância plástica. Relativamente elástica a frio, pode ser insuflada, estirada e soldada a quente. Balas, colarinhos rígidos, barretas..., o celulóide encontra rapidamente uma quantidade de aplicações industriais substituindo o marfim, o mármore e o coro. (Bensaude-Vincent & Stengers, 1992, p. 281)

As autoras indicam que o plástico foi um dos primeiros materiais de substituição criados pelos químicos e que, antes mesmo de sua produção, já envolvia tecnologias voltadas à sua idealização. A corrida inicial para seu desenvolvimento foi motivada pela necessidade de substituir o marfim, utilizado na produção de bolas de bilhar e obtido principalmente pela caça de elefantes. A partir da celulose tratada e transformada, foram obtidos os primeiros plásticos no final do século XIX. Inicialmente, o plástico contribuiu para a diminuição da caça de animais e possibilitou a moldagem de diversos materiais. Embora o primeiro plástico tenha sido desenvolvido no final do século XIX, o estudo sistemático desse material, segundo Bensaude-Vincent e Stengers (1992), começou a ocorrer

> [...] a partir de 1918, principalmente pelo químico alemão Hermann Staudinger (1881-1965), professor na Escola Politécnica de Zurique. Foi ele que introduziu a noção de macromolécula, com base num estudo sobre o polioximetileno e depois sobre o polistireno. 1918 pelo químico alemão Hermann Staudinger (1881-1965). (Bensaude-Vincent & Stengers, 1992, p. 282)

Isso revela muito sobre a história do desenvolvimento da Química, pois diversas explicações e interpretações surgiram após determinadas produções e

usos. Por isso, é fundamental compreender a práxis (teoria-prática) humana na Química, entendendo que o movimento entre produção e explicações teóricas não é linear, mas dinâmico, complexo e atravessado por diversos sujeitos. Nesse contexto, os plásticos, após o início de seu estudo sistemático, passaram a substituir diferentes materiais, como metal, vidro e mármore. Atualmente, há uma grande variedade de materiais plásticos presentes no cotidiano.

Inicialmente, a busca pelos plásticos foi motivada por necessidades bélicas e pela procura de materiais resistentes, leves e economicamente viáveis. Contudo, o excedente e o período pós-guerra deixaram uma infraestrutura industrial que continuou produzindo esse material, fazendo com que ele se disseminasse globalmente. Hoje, é quase impossível encontrar lugares sem alguma presença de plástico. Nesse sentido, surge a questão: isso é culpa da Química? A resposta é, ao mesmo tempo, “sim” e “não”, pois a produção desse material envolve relações ligadas ao uso do petróleo, à produção excedente voltada ao lucro e a outras problemáticas, como veremos a seguir.

> [...] a questão fundamental dos investimentos bilionários em novas empresas multinacionais como a Shell, Basf, Dow e a ExxonMobil que investem na produção dos plásticos sem nenhuma responsabilidade sobre o seu descarte e muito pouca preocupação, de fato, com a sua reciclagem. Lembremos que 99% dos plásticos produzidos por essas empresas gigantescas utilizam substâncias químicas provenientes de combustíveis fósseis, na qual as suas queimas são a principal causa do aquecimento global. Estima-se que a emissão geral de dióxido de carbono (CO_2) devido à produção, manuseio e incineração de plásticos atingiu aproximadamente 860 milhões de toneladas em 2019, constituindo por volta de 2,4% da emissão total de carbono global (Zaterka, 2023, p. 40).

É nítido nesta passagem que os interesses econômicos das multinacionais foram (e continuam sendo) determinantes para a problemática dos plásticos e para sua ampla capilarização na sociedade. Podemos perceber que os investimentos bilionários nessas empresas, por meio do Estado, impulsionaram sua produção. Em contrapartida, não houve nenhum mecanismo robusto e sério para lidar com a circulação, o descarte e os resíduos gerados pelos plásticos. Além disso, por ser um material que depende diretamente do petróleo para sua produção, contribui de forma acentuada também para a problemática do aquecimento global.

Outro ponto relacionado à problemática dos plásticos refere-se ao consumidor. Como alerta Zaterka (2023), durante muito tempo essa questão foi atribuída aos comerciantes de pequena escala e aos consumidores, quando, na verdade, os principais responsáveis são as empresas capitalistas. Contudo, é necessário reavaliarmos algumas práticas e reconhecer que a obsolescência programada precisa ser superada. Ainda assim, mesmo que todos deixassem de consumir plástico – algo impossível no contexto atual –, isso não resolveria a problemática no modo de produção vigente.

Além disso, o desenvolvimento da Química e a compreensão mais aprofundada dos polímeros e plásticos possibilitariam produzir materiais voltados às necessidades humanas, e não aos interesses do capital e do lucro. Assim, a questão não reside na Química em si, mas na forma como organizamos a vida e o sistema produtivo. Defendemos, portanto, a possibilidade de colocar o conhecimento químico presente no currículo a serviço da classe trabalhadora, compreendendo a natureza, seu valor e sua importância para a reprodução da vida, visando um mundo orientado não pela lógica do lucro, mas pela lógica da vida humana.

Nesse sentido, nossa conclusão se opõe à apresentada por Fary, Rigue e Oliveira (2023), que defendem uma “química menor”, isto é, um retorno a práticas assistemáticas de manipulação da natureza. Essa perspectiva desconsidera as contradições do desenvolvimento da Química e ignora que hoje possuímos conhecimentos sobre a natureza e suas transformações capazes de modificar a forma como organizamos o sistema produtivo.

Contudo, para que isso ocorra, não há outro caminho senão conhecer a história e o desenvolvimento da Química, bem como suas relações com o modo de produção capitalista. Nesse sentido, não se trata de defender uma “química menor”, mas de ter um currículo no qual esses conhecimentos estejam presentes, denunciando os roubos sistêmicos que ocorreram em torno das práticas de manipulação da natureza e superando a lógica do lucro a qualquer custo. Por isso, este trabalho cumpre a função de retomar o debate sobre o que ensinar, para que possamos almejar um novo futuro, com uma Química voltada aos interesses da classe trabalhadora. Esta é a Química que defendemos! Uma Química e um ensino de Química comprometidos com a classe trabalhadora é algo urgente e necessário.

Por essas razões, o modo de produção deve ser considerado um elemento fundamental na seleção de conteúdos curriculares de Química. Ao analisarmos a história dos materiais, sua trajetória e sua capilarização na sociedade, como sugere Zaterka (2023), podemos compreender nossa trajetória histórica, as condições que possibilitaram determinados avanços e, principalmente, os caminhos que queremos seguir. Como aponta Barreto (2022):

> É o capital que não pode abrir mão de energia fóssil, não a humanidade. É o capital que não pode abrir mão de crescer, não a humanidade. É o capital que não pode abrir mão de inúmeras atividades produtivas destrutivas, não a humanidade. É o capital que precisa mobilizar todas as nossas proezas tecnológicas para garantir crescimento a qualquer custo, não a humanidade. É o capital que precisa do espaço de florestas inteiras para ocupá-lo com monoculturas intensivas, não a humanidade. É o capital que precisa garantir que o consumo seja cada vez maior, mais variado e mais veloz, não a humanidade. A humanidade, ao contrário, precisa realizar a transição energética, contrair a demanda material sobre o planeta, eliminar setores destrutivos, mobilizar a tecnologia e o avanço tecnológico para moderar nosso impacto ecológico, garantir a plena existência e reprodução de biomas e ecossistemas, moderar o consumo global (Barreto, 2022, pp. 233-234).

Nós, enquanto pesquisadores e pesquisadoras do campo do currículo, devemos garantir aos alunos e alunas a possibilidade de compreender a realidade natural e refletir sobre nossa sobrevivência na era da emergência climática. Não se trata de um problema inerente à Química ou à tecnologia, mas da forma como ambas são orientadas pela lógica do capital, que prioriza o lucro em detrimento da vida humana.

Podemos conceber uma Química voltada à garantia e ao aprimoramento das condições de existência. Para isso, é fundamental que professores, professoras, pesquisadores e pesquisadoras do currículo reconheçam a história do modo de produção como fundamento do processo de seleção curricular. A reprodução da vida é uma necessidade e, nesse sentido, o modo de produção não deve ser visto como complemento ou recurso de contextualização, mas como princípio estruturante. Sem modo de produção, não existiria química; e, no desenvolvimento histórico do capitalismo, sem a química também não haveria esse sistema. Por isso, é essencial considerar essa categoria e as contradições entre recursos naturais e produção artificial como elementos orientadores da seleção dos conteúdos curriculares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que discutimos ao longo deste texto, em guia de conclusão, é importante retomarmos a questão central do debate: qual é o papel do currículo de Química frente à emergência climática? Especificamente, trata-se de compreender que o currículo possui, por um lado, a função de denunciar, a partir da estrutura da matéria e de suas transformações, as contradições presentes no modo de produção vigente e, por outro, de contribuir para a construção de uma Química que aponte para outro projeto de mundo, no qual a tecnologia seja utilizada para garantir que ninguém passe fome e no qual a relação ser humano–natureza não seja compreendida de forma dicotômica.

Entretanto, para isso, não é suficiente permanecer em um debate moralizante da Educação Ambiental, centrado em escolhas individuais, como optar por empresas com “selo verde”. Trata-se de uma demanda radical, pois, sem enfrentar estruturalmente o problema, o “carro desgovernado”, utilizado como metáfora no início do texto, efetivamente colidirá, produzindo consequências irreversíveis para a humanidade. Resta saber se decidiremos, coletivamente, puxar o freio de mão. Cabe ao ensino de Química e ao seu campo curricular, assim como às demais disciplinas escolares, contribuir para a construção, em cada indivíduo singular, da imagem subjetiva de que esse freio existe e de que a colisão não é inevitável se assumirmos o volante da história de modo coletivo.

Isso implica também repensar a seleção dos conteúdos escolares, priorizando conhecimentos comprometidos com a compreensão da emergência climática, em vez de reduzir o currículo a uma Química classificatória, centrada apenas na nomenclatura de compostos orgânicos, na classificação de polímeros ou no tempo de degradação dos materiais. Tal movimento, contudo, não se encerra na Química. Compreender o modo de produção como horizonte para o ensino significa tomá-lo, igualmente, como princípio articulador e organizador do currículo escolar como um todo, capaz de fundamentar as demais áreas das Ciências da Natureza e, também, a Matemática (Pistrak, 2011, Malanchen, 2016). É o que Pistrak já indicava ao defender uma escola vinculada ao trabalho produtivo e à compreensão das relações sociais que o atravessam.

A questão climática, por sua complexidade, demanda esse trânsito entre áreas: ela convoca saberes químicos, biológicos, físicos, geográficos e matemá-

ticos. Essa travessia, no entanto, exige mediação, de modo a preservar a particularidade e a especificidade de cada área, evitando reduções ou justaposições superficiais de conteúdos. Coloca-se, assim, como horizonte de investigação, interrogar de que maneira o modo de produção pode aparecer como fundamento também para a Matemática e para as demais ciências, na medida em que estas fornecem os instrumentos de quantificação, modelagem e leitura crítica da produção material da existência.

Tomar o modo de produção como horizonte para o ensino de Química não significa, portanto, formar sujeitos para realizar apenas escolhas individuais de consumo, como optar entre um alimento produzido pelo MST ou outro marcado pelo uso intensivo de agrotóxicos. Significa formar sujeitos capazes de reconhecer a luta pela terra e pela transformação das condições de produção da vida como uma luta também sua.

Assim, diferentemente das perspectivas hegemônicas, a decisão que se busca formar é uma só: a de que os sujeitos se somem às lutas pela transformação do modo de produção, entendida como condição necessária para enfrentar a crise global. Todo o restante aparece como consequência desse processo. É esse, no nosso entender, o papel urgente do ensino de Química diante da emergência climática global!

Contribuição dos autores: Todos os autores participaram da concepção e planejamento do estudo, da análise e interpretação dos dados e da redação do manuscrito. Todos os autores contribuíram para a revisão crítica do texto e aprovaram a versão final.
Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses relacionado à publicação deste artigo.
Financiamento: A pesquisa não recebeu financiamento específico de agências de fomento, instituições públicas ou privadas
Agradecimentos: os autores agradecem ao grupo de pesquisa Enconciencias e aos pareceristas do artigo que contribuíram para o desenvolvimento do manuscrito

REFERÊNCIAS

Aprigio, S. S. O., Nascimento, M. V. L., Cantanhede, L. B., Cantanhede, S. C. S., Trindade, O.C., Jr., Barbosa, D. R. S., & Araújo, L. S. (2024). Abordagem da educação ambiental no ensino de química: Uma análise a partir de artigos publicados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc). *Química Nova, 47*(10), 1-11. https://doi.org/10.21577/0100-4042.20240067

Associação Brasileira da Indústria Química. (2023). *Anuário da indústria química brasileira*. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://abiquim.org.br/

Barreto, E. S. (2022). *Ecologia marxista para pessoas sem tempo*. São Paulo: Usina Editorial.

Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1992). *História da química*. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget.

Bombardi, L. M. (2023). *Agrotóxicos e colonialismo químico*. São Paulo: Elefante.

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. (2026). Estado do clima, extremos de clima e desastres no Brasil em 2025 (Vol. 2). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil/estado-do-clima-extremos-de-clima-e-desastres-no-brasil-02-2026/relatorioclimaextremosdesastresbrasil2025.pdf

Fary, B. A., Rigue, F. M., & Oliveira, R. D. V. L. (2023). Rastros de uma educação química menor. *Revista Climacom, 24*(10), 1-29. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/educacao-quimica-menor/

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). *Produção da extração vegetal e da silvicultura: 2023* (Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA) [Base de dados]. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://sidra.ibge.gov.br/

International Rubber Study Group. (2024). *Rubber statistical bulletin*. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://www.rubberstudy.org/

Lukács, G. (2018). *Para uma ontologia do ser social I* (C. N. Coutinho, M. Duayer, & N. Schneider, Trads.). São Paulo: Boitempo.

Malanchen, J. (2016). *Cultura, conhecimento e currículo:* contribuições da pedagogia histórico-crítica. Campinas, SP: Autores Associados.

Martins, T. S. F. (2024). *Agência indígena nas pesquisas sobre a borracha natural durante o século XVIII* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/40734/2/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Thiago_Faustino.pdf

Marx, K. (2013). *O Capital: Crítica da economia política:* livro 1: *O processo de produção do capital*. São Paulo: Boitempo.

Messeder Neto, H. S. (2022). O ensino da química na pedagogia histórico-crítica: considerações sobre conteúdo e forma para pensarmos o trabalho pedagógico concreto. *Investigações em Ensino de Ciências, 27*(2), 271-293. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p271

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. (2025). *Comex Stat:* Estatísticas de comércio exterior [Base de dados]. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://comexstat.mdic.gov.br/

Nikitin, P. (2005). *Economia política*. México: Editores Mexicanos Unidos.

Pasqualini, J. C. (2019). Três teses histórico-críticas sobre o currículo escolar. *Educação e Pesquisa, 45*, 1-16. https://doi.org/10.1590/S1678-4634201945214167

Pistrak, M. M. (2011). Fundamentos da escola politécnica. São Paulo: Expressão Popular.

Rodrigues, M. (2023). Emissões de CFC aumentaram 2,6 vezes na década passada. *Revista FAPESP*, 328, 65-67. Recuperado em 10 novembro, 2024, de https://revistapesquisa.fapesp.br/emissoes-de-cfc-aumentaram-26-vezes-na-decada-passada/

Santos, E. M. (2012). *Educação ambiental no ensino de química:* propostas curriculares brasileiras (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP, Brasil. Recuperado em 03 de agosto de 2026, de https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90214

Saviani, D. (2012). *Escola e democracia* (40a ed.). Campinas, SP: Autores Associados.

Saviani, D. (2014). Modo de produção e a pedagogia histórico-crítica. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate, 1*(1), 110-116. https://doi.org/10.9771/gmed.v1i1.9844

Zaterka, L. (2023). Desafios e dilemas da era dos plásticos: Quais respostas a ciência pode dar aos problemas que cria. In I. Gurgel (Org.), *Por que confiar nas ciências?: Epistemologias para o nosso tempo* (pp. 25-56). São Paulo: Livraria da Física.