



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Desvendando os “Químicos Eternos” no Ensino Médio: Uma aula integrando a Química Orgânica e o Antropoceno

Juliana Belani* (IC), Rhaissa Crisleyne de Freitas (IC), Wiliam Boschetti (PQ), Clarissa Marques Moreira dos Santos (PQ), Bruna Adriane Fary-Hidai (PQ).
belanijuliana@gmail.com

Palavras-Chave: PFAS; Antropoceno; Hiperobjetos.

Área Temática: Estudos CTSA e Educação Ambiental.

Resumo: O trabalho aborda a temática do Antropoceno e os desafios ambientais decorrentes da ação humana, destacando a relevância do Ensino de Química para a formação de cidadãos críticos. Nesse contexto, buscou-se compreender as concepções de estudantes do Ensino Médio sobre as substâncias perfluoroalquiladas e polifluoroalquiladas (PFAS), conhecidas como “Químicos Eternos”, articulando o tema a conteúdos de Química Orgânica. A pesquisa, de natureza qualitativa, foi realizada com 12 estudantes do 3º ano de uma escola estadual em Pelotas (RS), no âmbito do PIBID/Química-UFPeL. A coleta de dados envolveu questionários aplicados antes e após a intervenção pedagógica, além de registros em diário de campo. A intervenção, fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos, incluiu discussões contextualizadas e a exibição de um vídeo sobre os impactos ambientais e sociais dos PFAS. Os dados foram analisados pela Análise de Conteúdo Temática. Os resultados indicaram que, inicialmente, os estudantes apresentavam concepções parciais e baseadas no senso comum; após a intervenção, passaram a reconhecer aspectos como persistência, bioacumulação e riscos à saúde e ao meio ambiente. Conclui-se que a temática dos PFAS apresenta grande potencial educativo, favorecendo a contextualização do Ensino de Química e a sensibilização dos alunos para questões ambientais e sociais do Antropoceno.

INTRODUÇÃO

Vivemos atualmente um novo período geológico, o Antropoceno, termo cunhado por Paul Crutzen e Eugene Stoermer (2000) para designar uma época em que a ação humana se estabeleceu como uma força geológica global. Essa expressiva intervenção advém de uma complexa teia de fatores e detém a capacidade de modificar os ciclos biogeoquímicos do planeta, a integridade da biosfera e intensificar as mudanças climáticas.

Tal impacto resulta da utilização e gestão de combustíveis fósseis, de acontecimentos em nível atômico (como bombas e desastres radioativos), do uso desenfreado de polímeros sintéticos (plásticos), da extração e atividades de mineração, do uso massivo de agrotóxicos nas monoculturas e da produção de poluentes atmosféricos, do solo e da água (Fary, 2021). Portanto, o Antropoceno baseia-se na percepção de que as atividades humanas, incluindo as Revoluções Industriais, crescimento populacional, uso intensivo de combustíveis fósseis e alteração do uso da terra, causaram impactos tão significativos e duradouros no sistema terrestre que justificam a criação de uma nova época geológica, sucedendo o Holoceno (Crutzen; Stoermer, 2000).

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Portanto, como destacado pela pesquisadora Miranda *et al.* (2018), a era do Antropoceno nos confronta com crises que são inerentemente ligadas ao nosso padrão de vida no planeta. Chegamos a um ponto em que a humanidade, ao mesmo tempo em que se coloca em perigo frente a riscos inéditos e de alcance planetário (que ultrapassam fronteiras geográficas e divisões de classe), precisa reconhecer os perigos que gera e reagir a eles (Beck, 1994).

Dado o exposto, a Química está diretamente ligada a desafios globais, como, por exemplo, a sustentabilidade, o desenvolvimento de novos materiais e a saúde pública. Conforme Santos e Schnetzler (1996) apontam, o Ensino de Química deve ter uma função social, formando cidadãos capazes de analisar criticamente as informações e tomar decisões informadas sobre questões que envolvem a ciência e a tecnologia no cotidiano. Assim, a assimilação dos conhecimentos químicos pelos estudantes da Educação Básica mostra-se de grande valor, pois os capacita a refletir criticamente sobre sua realidade e o cenário global (Adams; Nunes, 2022). Ao se defrontarem com conteúdos de Química articulados com problemáticas de alcance mundial, é possível que emerga um potencial de conexões com os conhecimentos que os alunos já possuem, facilitando a construção de novos saberes. Nesse sentido, problematizar o conteúdo, quando se trata de contextualização, significa, um potencial em problematizar a própria realidade (Pereira; Menezes; Carmo, 2021).

Dentre os temas passíveis de articulação com os conteúdos de Química e que possuem um vasto potencial para suscitar problematizações de cunho ambiental, social e científico, destacamos as discussões que envolvem as substâncias per e polifluoroalquiladas, conhecidas pela sigla PFAS ou também, como Químicos Eternos. Essas discussões alinham-se com o conceito de hiperobjetos, que são concebidos como fenômenos ou entidades que desafiam a nossa percepção convencional de tempo e espaço. Segundo os autores, a forma como os hiperobjetos se distribuem impede sua compreensão imediata, seja porque persistem e produzem efeitos cuja duração se estende muito além das escalas da vida individual, coletiva e, possivelmente, da própria duração da espécie (Morton, 2013). A seção subsequente constitui o referencial teórico do trabalho, com foco nos PFAS.

Posto isso, e dada a relevância dos PFAS e a necessidade de uma abordagem contextualizada em Química, o presente trabalho tem como objetivo central explorar as concepções dos estudantes sobre os 'Químicos Eternos' (PFAS), vinculando-as aos conteúdos da Química Orgânica.

REFERENCIAL TEÓRICO

As substâncias perfluoroalquiladas e polifluoroalquiladas (PFAS) fazem parte de uma ampla família de moléculas, as quais apresentam diferentes grupos funcionais e comprimentos de cadeia. São produzidas desde a década de 1930 e amplamente empregadas em diversos produtos de consumo e aplicações industriais (Rekik *et al.*, 2024). Segundo Leonel, Miranda e Nascimento (2023), as substâncias

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

perfluoroalquiladas são caracterizadas pela substituição completa de todos os átomos de hidrogênio da cadeia carbônica por flúor. Já as substâncias polifluoroalquiladas caracterizam-se pela substituição de todos os átomos de hidrogênio em ao menos um ou mais carbonos da cadeia, mas não em todos os carbonos.

Os PFAS, são conhecidos por sua notável estabilidade química e por atributos que os tornam singulares, como a resistência ao calor, à água e ao óleo (Glüge *et al.*, 2020). A pesquisadora Rekik *et al.*, (2024), destaca que a estabilidade química e térmica dos compostos PFAS deriva diretamente da especificidade da ligação carbono-flúor (C-F) em sua porção perfluoroalquil (C_nF_{2n+1}). A elevada eletronegatividade do flúor (4.0) em comparação com a do carbono (2.5) confere à ligação C-F uma polaridade e um momento de dipolo significativos. Essa polaridade, aliada ao pequeno raio atômico do flúor, resulta em uma das ligações covalentes mais fortes da química, tornando os compostos extremamente não reativos. Consequentemente, os PFAS demonstram alta resistência à dissociação diante de oxidantes fortes, altas temperaturas, e processos de degradação química e biológica (Rekik *et al.*, 2024).

Essa característica confere atributos de propriedades marcantes aos PFAS, como acidez elevada, alta capacidade de atuação em superfícies mesmo em baixas concentrações, e notável repelência a substâncias aquosas e oleosas. A forte aversão dos PFAS à água é intrínseca às suas cadeias carbônicas fluoradas. No entanto, a maioria dessas moléculas também possui um grupo funcional hidrofílico, como um átomo de hidrogênio ou uma porção carregada, apesar da predominância hidrofóbica na cadeia carbônica. Essa dualidade lhes confere a capacidade de atuar como substâncias tensoativas versáteis, repelindo tanto água quanto gorduras e sujeiras (Rekik *et al.*, 2024).

Portanto, o conjunto de propriedades dos PFAS, que inclui sua durabilidade, resistência ao calor, à água e ao óleo, e suas propriedades antiaderentes, são responsáveis pela alta estabilidade termodinâmica desses compostos, sua baixa reatividade e a degradação ambiental praticamente nula (Glüge *et al.*, 2020; Togni, 2024). Tais características vantajosas impulsionaram o uso generalizado desses compostos em produtos industriais e de consumo. Contudo, é precisamente essa mesma estabilidade e não reatividade que transformam os PFAS em poluentes de elevada persistência, que se bioacumulam no meio ambiente, abrangendo águas, solo, ar e organismos, sendo por essa razão denominados "*forever chemicals*" (químicos eternos), conforme explica o pesquisador Togni (2024). Em termos de regulamentação, o Brasil ainda não possui normas específicas para o PFOS e PFAS. Contudo, a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POP), em sua revisão de 2019, incluiu o PFOS na lista de POPs com restrições globais, exigindo que os países banissem seu uso, permitindo exceções apenas sob justificativas aceitáveis (Rodrigues *et al.*, 2024).

METODOLOGIA

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

O estudo, de natureza qualitativa, foi desenvolvido com 12 estudantes de três turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual em Pelotas (RS), atendidos pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas. A seleção do ano/turma para a aplicação da sequência levou em conta o momento em que a Química Orgânica estava sendo abordada aos estudantes, além dos pré-requisitos necessários para garantir a compreensão adequada das discussões sobre os PFAS em sala de aula.

Para a identificação dos participantes foram atribuídos códigos (de P1 a P12). A coleta de dados foi realizada a partir de dois questionários entregues aos alunos, aplicados antes e após a intervenção pedagógica, e o registro oral ocorreu através de um diário de campo. Assim, a análise foi realizada de forma qualitativa, seguindo as diretrizes de Minayo (2010). Para isso, utilizamos como inspiração a metodologia de Análise de Conteúdo Temática, proposta por Bardin (2011), uma técnica que examina materiais escritos para captar os significados subjacentes expressos pelos participantes de uma pesquisa (Silva; Souza, 2019). O foco foi na identificação das categorias, conceitos centrais e padrões emergentes nas respostas.

METODOLOGIA DA AULA

Para o planejamento da aula, utilizou-se da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, fundamentada pela Abordagem Temática (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). A intervenção foi organizada em três momentos distintos, distribuídos em dois períodos de 45 minutos.

A aula iniciou-se com uma revisão dos conceitos de Química Orgânica previamente estudados, com o objetivo de ativar o conhecimento prévio dos estudantes. Em seguida, na etapa de problematização inicial, foram levantadas questões sobre o uso de materiais no cotidiano, como panelas antiaderentes e impermeabilizantes para tecidos, introduzindo o tema e estimulando a discussão. Nesse momento, aplicou-se o questionário inicial, para o qual os alunos foram incentivados a compartilhar suas opiniões, possibilitando a compreensão das concepções acerca dos temas que estavam sendo abordados (perguntas descritas no Quadro 1).

Na etapa da organização do conhecimento, exploraram-se as substâncias PFAS, aprofundando suas propriedades químicas. Nesta mesma etapa, os estudantes assistiram a um vídeo de 20 minutos intitulado “How One Company Secretly Poisoned The Planet”, que aborda o histórico da produção dos PFAS. O material explorou a controvérsia em torno da indústria química, detalhando como empresas como a DuPont e a 3M, mesmo cientes dos perigos para a saúde e o meio ambiente associados a esses compostos, ocultaram intencionalmente essas informações do público e das agências reguladoras por décadas (Gaber; Bero; Woodruff, 2023). Por fim, na etapa de aplicação do conhecimento, conduziu-se o questionário final, possibilitando organizar as concepções assimiladas pelos estudantes e avaliar as



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

alterações em seu entendimento sobre os temas abordados (perguntas descritas no Quadro 1).

Quadro 1: Relação das perguntas aplicadas nos questionários inicial e final.

Questionário Inicial	Questionário Final
a) Como você explicaria o funcionamento de uma panela que não gruda nos alimentos?	a) Descreva dois pontos que se destacaram para você no vídeo e justifique o motivo.
b) O que você imagina que seriam compostos químicos eternos?	b) Qual tipo de utensílio (talher) seria o mais adequado para uso nessas panelas?
c) Por que você acha que uma panela antiaderente perde sua eficiência com o tempo?	c) Do ponto de vista químico, como você explicaria para alguém sobre os Químicos Eternos?
-	d) Qual seriam os malefícios dessas substâncias serem eternas?

Fonte: Autores, 2025.

A análise foi conduzida em etapas sistemáticas, iniciando-se com a familiarização dos dados por meio da leitura flutuante dos questionários e da transcrição das falas da oficina. Em seguida, procedeu-se à codificação do material, com a definição de unidades de registro a partir de trechos significativos dos depoimentos dos participantes.

A partir dessas unidades, foi realizada a categorização, na qual elementos de conteúdo semelhante foram agrupados e sistematizados em uma tabela. Por fim, o tratamento dos resultados consistiu na interpretação e reflexão sobre os dados, com base nas categorias estabelecidas (Sousa; Santos, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da atividade ocorreu em um contexto atípico, marcado por fatores externos que podem ter influenciado o engajamento dos estudantes. No dia da atividade, os alunos apresentavam um comportamento mais agitado, possivelmente influenciado pela ausência de aulas no dia seguinte e pela junção de três turmas do terceiro ano. Essa unificação resultou em um grupo de 12 estudantes.

A análise dos dados, coletados a partir dos questionários aplicados a P1-P12 na etapa inicial e a P1-P4 e P6-P12 na etapa final, resultou na criação das Tabelas 1, 2 e 3. Nelas, são apresentados os principais resultados, organizados em categorias

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





específicas. Para cada categoria, são fornecidos trechos das declarações dos participantes e a contagem da frequência de ocorrência de cada elemento.

A primeira questão do questionário inicial, buscava avaliar o nível de conhecimento dos alunos sobre a base científica do funcionamento de placas antiaderentes. A análise das respostas revelou que a maioria (8 dos 12 estudantes) demonstrou um conhecimento superficial, limitando-se a descrever a função da placa (propriedade antiaderente) sem explicar possíveis mecanismos. Esse padrão de respostas indica que o conhecimento dos participantes é baseado no senso comum, mas que carece de uma base científica mais sólida para explicar o fenômeno.

As respostas dos participantes sobre o que imaginavam ser compostos químicos eternos (pergunta letra “b”) foram categorizadas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Categorização das respostas da questão “b” do questionário inicial

Categoria de Análise	Tema Abordado	Trecho de Resposta	F
Compreensão da persistência	Ideia de resistência à degradação	"Compostos químicos que demoram a sumir" (P4) "não se desgastam com o tempo." (P3) "sempre vão existir." (P8)	6
Concepção Científica errônea	Espécies presentes no cotidiano	"Oxigênio, nitrogênio e H ₂ O." (P6) "Moléculas que estão presentes no ar." (P7)	3
Conceito incorreto ou ausente	Conceito Impreciso ou Ausente	"Alguma substância que não prejudica nada..." (P5)	3

Legenda: F = Frequência. Fonte: Autores, 2025.

A partir da análise percebemos que, embora uma parte dos alunos (6/12) associe o termo, de forma literal ou funcional, à ideia de eternidade e resistência à degradação, outro grupo de estudantes (3/12) manifesta um equívoco conceitual, confundindo compostos persistentes com moléculas abundantes no meio ambiente. Esses resultados apontam para a necessidade de um trabalho que distinga a abundância de substâncias naturais e a persistência de espécies químicas.

Após a exibição do vídeo, que encerrou a atividade, os participantes foram convidados a registrar os dois pontos que mais se destacaram para eles. A Tabela 2 apresenta a análise e a categorização dessas respostas.

Tabela 2: Categorização das respostas da questão “a” do questionário final



Categoria de Análise	Tema Abordado	Trecho de Resposta	F
Preocupação com os efeitos Ambientais e na Saúde	Danos à saúde dos animais e contaminação ambiental	"As substâncias químicas que são prejudiciais principalmente para os animais" (P1)	6
Destaques sobre o processo e a descoberta	Aspectos científicos e a natureza dos compostos	"As vacas bebiam as águas contaminada do rio e morriam." (P10) "Como essas substâncias é praticamente indestrutível e eterna." (P7)	3
Foco no aspecto social	Conflito entre indivíduo e empresa e a ocultação de informações	"O pó que era indestrutível porque ele usou de tudo e não funcionou..." (P11) "Os documentos das fábricas pois elas escondem muitas coisas." (P7) "A empresa e os problemas das substâncias na água..." (P12)	3

Legenda: F = Frequência. Fonte: Autores, 2025.

A maioria dos estudantes focou nos efeitos ambientais e de saúde, evidenciando a forte impressão causada pelos danos aos animais e pela contaminação da água. Essa predominância sugere que o componente emocional e visual da narrativa do vídeo foi o mais marcante. Outros alunos também notaram o aspecto investigativo e social, destacando a luta do advogado e a ocultação de informações, além dos aspectos científicos e a natureza dos compostos, como a persistência do material. A predominância da primeira categoria reforça que a sensibilização para a problemática ambiental e de saúde foi a mensagem de maior destaque para os participantes, demonstrando a eficácia do vídeo em comunicar a gravidade do tema.

Ao serem questionados sobre como eles explicariam para alguém o que são os "Químicos Eternos". A Tabela 3 apresenta a análise e a categorização dessas respostas.

Tabela 3: Categorização das respostas da questão "c" do questionário final

Categoria de Análise	Tema Abordado	Trecho de Resposta	F
----------------------	---------------	--------------------	---



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Noção intuitiva da persistência	Ideia de durabilidade, longevidade ou indestrutibilidade	"São elementos que existem a um tempo, que mesmo não percebendo fazem parte da nossa vida." (P1) "Existem desde muito tempo, em coisas que já talvez utilizemos como roupa, panela antiaderente e várias outras coisas" (P11)	6
Informação pesquisada, incorreta ou ausente	Definição obtida por pesquisa, ou explicação incorreta, ou ausência de conhecimento	"São conhecidas como PFAS, são um grupo de produtos químicos sintéticos." (P9) "Que são duas substâncias o carbono e o flúor que não se misturam com nada" (P7)	5

Legenda: F = Frequência. Fonte: Autores, 2025.

A maioria dos estudantes (6 de 11) demonstraram uma noção intuitiva da persistência dos compostos, associando-os à durabilidade e à longevidade, alinhando-se com o conceito de Hiperobjetos de Morton (2013). Já o grupo de Informação Pesquisada, Incorreta ou Ausente (5 de 11) apresentou respostas heterogêneas, incluindo alunos que pesquisaram a definição técnica (2/11) e outros que manifestaram falta de conhecimento ou forneceram explicações incorretas (3/11). As respostas de P1 e P11 se destacam por sua percepção de que os Químicos Eternos (PFAS) já estão presentes em todos os lugares do cotidiano, em itens como roupas e painéis. Essa observação revela que os estudantes conectaram a informação do vídeo com sua realidade, demonstrando um entendimento prático da relevância do tema. Essa capacidade de analisar criticamente as questões do cotidiano que envolvem ciência e tecnologia corrobora a perspectiva de Santos e Schnetzler (1996).

Na última questão do Questionário Final, que abordava os malefícios da persistência dessas substâncias, a maioria dos participantes demonstrou compreender o conceito de bioacumulação. Eles identificaram que, por não se dissolverem, os compostos permanecem indefinidamente no organismo de pessoas e animais, causando danos contínuos à saúde. Adicionalmente, alguns estudantes apontaram para a poluição generalizada e reconheceram os graves prejuízos que a contaminação do meio ambiente traz para a saúde humana e animal. Essas percepções vão ao encontro do conceito de Antropoceno (Crutzen; Stoermer, 2000).

A análise das respostas dos estudantes também revela lacunas específicas em conceitos da química, como a diferenciação entre elemento, substância e molécula. Essa dificuldade sugere que, em futuras intervenções pedagógicas sobre o tema, seja possível iniciar a discussão com uma revisão desses conceitos básicos, a fim de garantir uma base sólida para a compreensão dos tópicos mais complexos.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

CONCLUSÕES

A temática dos "Químicos Eternos" (PFAS) revelou ter um vasto potencial para se trabalhar em sala de aula, uma vez que possibilita a articulação de diferentes aspectos da questão ambiental do Antropoceno. Entre as abordagens possíveis, destacamos a análise das propriedades químicas, a história da criação dos PFAS, os aspectos científicos de sua natureza, os impactos ambientais e na saúde, as implicações sociais e éticas, e a discussão sobre como o ser humano gerou compostos cujas características os fazem ir além do nosso próprio entendimento de tempo e espaço.

No entanto, a complexidade do assunto exige que discussões mais técnicas sejam precedidas de uma sólida base conceitual em Química. As respostas dos questionários revelaram indícios de uma conscientização inicial dos estudantes sobre o tema, o que sugere que uma intervenção mais prolongada poderia potencializar ainda mais a aprendizagem. O uso de uma dinâmica de aula diferente da tradicional, com slides e vídeos, também demonstrou potencial, visto que os alunos se mostraram visivelmente mais sensibilizados.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, a partir do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

REFERÊNCIAS

ADAMS, F. W.; NUNES, S. M. T. A Contextualização da Temática Energia e a Formação do Pensamento Sustentável no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 137-148, maio 2022. DOI: 10.21577/0104-8899.20160304.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BECK, U. **Risk Society**. London: Sage Publications, 1994.

CRUTZEN, P. J; STOERMER, E. F. The "Anthropocene". **Global Change Newsletter**, n. 41, p. 17–18, 2000.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

FARY, B. A. **Educação química no Antropoceno**. 2021. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/items/27f2d01f-690f-4082-910c-68af6c400e02/full>. Acesso em: 14 set. 2025.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44ª EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

GABER, N.; BERO, L.; WOODRUFF, T. J. The devil they knew: chemical documents analysis of industry influence on PFAS science. **Annals of Global Health**, v. 89, n. 1, p. 1-17, 2023. DOI: 10.5334/aogh.4223.

GLÜGE, J.; SCHERINGER, M.; COUSINS, I. T.; DEWITT, J. C.; GOLDENMAN, G.; HERZKE, D.; LOHMANN, R.; NG, C. A.; TRIER, X.; WANG, Z. An overview of the uses of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS). **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 22, n. 12, p. 2345-2373, 2020. DOI: 10.1039/d0em00291g.

LEONEL, J.; MIRANDA, D. de A.; NASCIMENTO, R. A. Compostos perfluorados: uma ameaça ao oceano limpo. **Química Nova**, v. 46, n. 6, p. 627-635, 2023. DOI: 10.21577/0100-4042.20230049.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 12. ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2010. 407 p.

MORTON, T. **Hyperobjects**: philosophy and ecology after the end of the world. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2013.

PEREIRA, B. S. A.; MENEZES, J. M. S.; CARMO, D. F. M. Contextualização no ensino de química: concepções e prática de professores da educação básica no interior do Amazonas. **Revista Cocar**, v.15. n.33, p.1-15, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4539>, acesso em: 30 jul. 2025

REKIK, H.; ARAB, H.; PICHON, L.; EL KHAKANI, M. A.; DROGUI, P. Per-and polyfluoroalkyl (PFAS) eternal pollutants: sources, environmental impacts and treatment processes. **Chemosphere**, Amsterdam, v. 358, 142044, 2024. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2024.142044.

RODRIGUES, A. R.; GOTTO, A. J. O.; SANTOS, B. O. S.; CARDOSO, J. C. M.; SILVA, N. C.; ESPINOSA, P. L. R. Características Físico-Químicas e toxicológicas da sulfluramida e suas implicações ambientais. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 19, n. 2, p. 40-51, 2024. DOI: 10.5132/eec.2024.02.05.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, R. C. F.; SOUZA, V. C. de A. Investigação das habilidades e competências trazidas nas questões de Química do ENEM 2009-2017 a partir da análise de conteúdo. **Revista Ciências & Ideias**, v. 9, n. 3, p. 125-139, 2019. DOI: 10.22407/2018.v9i3.1002.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 10, n. 2, p. 1396–1416, 2020. DOI: 10.34019/2237-9444.2020.v10.31559.

TOGNI, A. The PFAS problem in the context of organofluorine chemistry research and teaching. **Chimia**, v. 78, n. 10, p. 687-689, 2024. DOI: 10.2533/chimia.2024.687.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química

