



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**WILLYAN FARIAS OLIVEIRA**

**BOATO DO MONÓXIDO DE DI-HIDROGÊNIO (DHMO):  
UM LEVANTAMENTO HISTÓRICO, ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE  
GEFAHR” E A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

**SÃO CRISTÓVÃO, SE  
2023**

WILLYAN FARIAS OLIVEIRA

**BOATO DO MONÓXIDO DE DI-HIDROGÊNIO (DHMO):  
UM LEVANTAMENTO HISTÓRICO, ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE  
GEFAHR” E A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como requisito parcial para obtenção do título de Químico Licenciado em cumprimento às normas regulamentadas pela resolução nº 22/2019/CONEPE.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Alexandra Epoglou

SÃO CRISTÓVÃO, SE  
2023

WILLYAN FARIAS OLIVEIRA

**BOATO DO MONÓXIDO DE DI-HIDROGÊNIO (DHMO):  
UM LEVANTAMENTO HISTÓRICO, ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE  
GEFAHR” E A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

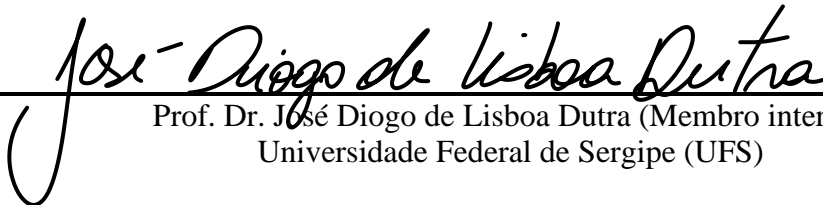
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), como requisito parcial para obtenção do título de Químico Licenciado em cumprimento às normas regulamentadas pela resolução nº 22/2019/CONEPE.

Trabalho defendido e aprovado em 30 de janeiro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alexandra Epoglou (Orientadora)  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

  
Prof. Dr. José Diogo de Lisboa Dutra (Membro interno)  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

---

Prof. Msc. Michael Douglas Santos Monteiro (Membro externo)  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Dedico esse trabalho à minha família e amigos,  
especialmente a minha, minha principal  
motivação.

“Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los”.

Isaac Asimov

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à força metafísica maior (comumente chamada de Deus), a qual me deu forças, ânimo, saúde e possibilidades para continuar e chegar até meu objetivo corrente.

A mim, que acreditei em mim, não desisti e, mesmo em momentos complicados, soube da importância da minha carreira acadêmica.

Ao órgão de assistência estudantil da UFS (PROEST) pelas bolsas estudantis e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica. Sem as mesmas eu não teria possibilidades de financiar minha vida acadêmica da maneira que julgo mais ideal.

À minha família, especialmente minha mãe, Maria José (Dedé), que sempre confiou em mim e em minha capacidade. Mas também a meu pai, Valdenito (Nilton), minhas irmãs Barbara e Isadora, meu irmão Tiago, minha prima Paloma, a qual considero uma irmã e por fim, mas não menos importante, meus sobrinhos e sobrinhas, os quais terão minha dedicação como um ótimo tio.

A meus amigos de curso e laboratório. Especialmente a Luan Macias, que esteve comigo desde o começo da graduação e Valter Lucas que, mesmo não estando mais na UFS, esteve comigo sempre. A Michael Douglas, que além de ser um dos avaliadores do trabalho, é um companheiro de laboratório e um verdadeiro amigo.

A meus amigos de ensino médio e curso técnico, os quais moramos juntos para cursar na UFS. Assim, agradeço a Eduardo José, Elson Emanuel e Lucas Silva por me suportarem por quase cinco anos na mesma casa e serem reais amigos e companheiros nos momentos bons e ruins.

A meus professores, especialmente aos meus orientadores de pesquisa José Diogo e Eliana Midori e, agora no TCC, Alexandra Epoglou. Agradeço imensamente a confiança que depositaram em mim.

## RESUMO

O boato do monóxido de di-hidrogênio (DHMO, do inglês *dihydrogen monoxide*) se trata em denominar a molécula da água (H<sub>2</sub>O) por um nome técnico incomum para confundir e enganar pessoas que não se atentam ou não têm conhecimento técnico sobre o tema. Geralmente tratado como piada, é conhecido na internet desde a década de 80. Desde então, variações do boato vêm sendo criadas, como vídeos e textos que atestam os perigos do DHMO e petições para sua proibição. Uma versão dessa última foi então executada em uma escola de rede pública em Aracaju/SE, conseguindo 115 assinaturas, incluindo de professores. Os resultados obtidos com a petição, que indicou certa quimiofobia dos entrevistados, serviu como estopim para a realização dessa monografia. Tal ação é então destacada como zohnerismo, que se refere a utilização de informações verdadeiras para levarem certo público a conclusões falsas. Contudo, pouco se tem na literatura científica sobre o tema DHMO, sendo o trabalho intitulado “DHMO, die wässrige gefahr” um dos poucos resultados encontrado no Portal de Periódicos da CAPES. Entretanto, constatou-se que o trabalho traz informações e referências falsas, distorcidas e sensacionalistas sobre a existência de uma molécula denominada DHMO que, por sua vez, teria diversos perigos. Devido a presença desse artigo em diversas bases de dados acadêmicos mundiais, o trabalho foi esmiuçado e compilado, atentando a todas informações trazidas. Entrando em contato com a editora da revista, considerou-se rotulação do artigo como um comentário irônico para evitar confusões. Desta forma, buscou-se na literatura metodologias pedagógicas para identificar boatos, em especial do DHMO, para serem aplicadas em escolas. A metodologia ABCD (sigla das palavras em inglês *Authority, Bias, Coverage and Date*) elaborada pela prof<sup>a</sup>. Karla Krueger que se baseia na análise da autoria, viés, lastro ou segurança e data das informações é um exemplo em que a própria autora cita que sua metodologia pode ser eficiente contra o boato no DHMO. Assim, mostra-se a importância da educação científica, principalmente no meio escolar, na época atual, onde a quantidade de informações que chega até as pessoas pelos meios de comunicação e redes sociais é muito maior do que se pode verificar individualmente.

Palavras-chave: DHMO, Monóxido de di-hidrogênio, Boato. Desinformação. Zohnerismo. Quimiofobia.

## ABSTRACT

The dihydrogen monoxide (DHMO) rumor is about naming the water molecule (H<sub>2</sub>O) by an unusual technical name to confuse and deceive inattentive people or people who do not have technical knowledge on the subject. Usually treated as a joke, it has been known on the internet since the 1980s. Since then, variations of the rumor have been created, such as videos and texts that attest to the dangers of DHMO and petitions for its ban. A version of the latter was then performed in a public school in Aracaju/SE, obtaining 115 signatures, including from teachers. The results obtained with the petition, which indicated a certain chemophobia of the interviewees, served as a trigger for the realization of this monograph. Such an action is then highlighted as Zohnerism, which refers to the use of true information to lead a certain audience to false conclusions. However, there is little in the literature on the topic of DHMO, with the work entitled “DHMO, die wässrige gefahr” being one of the few results found on the CAPES Journal Database. Nevertheless, it was found that the work contains false, distorted and sensationalist information and references about the existence of a molecule called DHMO which, in turn, would have several dangers. Due to the presence of this article in several worldwide academic databases, the work was detailed and compiled, paying attention to all the information provided. By contacting the journal's publisher, consideration was given to labeling the article as an ironic comment to avoid confusion. Thus, pedagogical methodologies were sought in the literature to identify rumors, especially about DHMO, to be applied in schools. The ABCD methodology (Authority, Bias, Coverage and Date) developed by Prof. Karla Krueger, which is based on the analysis of authorship, bias, ballast or security and date of information, is an example in which the author herself mentions that her methodology can be efficient against rumors in DHMO. Thus, the importance of science education is shown, especially in the school environment, at the present time, where the amount of information that reaches people through the media and social networks is much greater than what can be verified individually.

Keywords: DHMO, Dihydrogen monoxide, Rumor. Misinformation. Zohnerism. Chemophobia.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	13
3.1	PETIÇÃO.....	13
3.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
3.3	ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE GEFAHR” .....	14
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
4.1	PETIÇÃO.....	15
4.2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
4.3	ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE GEFAHR” .....	17
<b>4.3.1</b>	<b>A revista</b> .....	17
<b>4.3.2</b>	<b>O autor</b> .....	18
<b>4.3.3</b>	<b>As imagens</b> .....	18
<b>4.3.4</b>	<b>O texto</b> .....	24
<b>4.3.5</b>	<b>As referências</b> .....	27
4.4	BUSCA PELO AUTOR E REVISTA .....	30
4.5	A ESCOLA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA .....	32
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	35
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

No livro ORIGENS, Catorze Bilhões de Anos de Evolução Cósmica (TYSON e GOLDSMITH, 2015), é citado um abaixo-assinado elaborado por Nathan Zohner em 1997, na época um adolescente, que foi aplicado em uma feira de ciências de sua escola em Idaho, nos EUA, em que abordou pessoas solicitando suas assinaturas. A petição tinha como objetivo a proibição total da utilização do monóxido de di-hidrogênio (DHMO, do inglês *Dihydrogen Monoxide*) pela sociedade. Para isso, foram listadas algumas características da substância em questão que, dentre elas, estão: é um componente da chuva ácida; dissolve quase tudo; se ingerida de maneira acidental, pode matar; pode causar queimaduras quando no estado gasoso e; tem sido encontrado em tumores de câncer em pacientes terminais. Das cinquenta pessoas que Zohner abordou, quarenta e três assinaram a petição, seis ficaram indecisas e apenas uma pessoa se recusou a assinar. O que a maioria das pessoas abordadas não sabiam era de que o monóxido de di-hidrogênio ( $H_2O$ ) se trata de água. Nesta ação, Zohner estava instigado em testar as ideias antitecnologia, a quimiofobia e a pseudoparticipação política dos integrantes da escola.

A quimiofobia tem como definição o medo irracional de produtos químicos. Em geral, isso leva as pessoas a crerem que os produtos químicos são sinônimos de produtos sintéticos e artificiais e, conseqüentemente, perigosos. Um agravante é de que boa parte da sociedade acredita que a indústria coloca o lucro em primeiro lugar em detrimento do bem estar social e ambiental. Assim, a própria indústria se aproveita da quimiofobia enfatizando que seus produtos são “naturais” e “sem química”. No fim, as soluções para a quimiofobia são a divulgação científica e educação nas escolas (Rollini, Falciola e Tortorella, 2022). Já a pseudoparticipação política se baseia no falso sentimento de participação de uma ação política. Nesse caso, o abaixo-assinado para banimento de uma molécula que seria estritamente maléfica para a sociedade e que, nessa ação, traria uma melhoria e mais qualidade de vida para a população. Contudo, o indivíduo não tem ciência de que o alvo da proibição é a água, substância crucial para a vida, o meio ambiente e processos industriais.

O boato do monóxido de di-hidrogênio se trata de uma lenda urbana que se baseia em referir-se à água por um nome não usual, abrindo espaço para diversos tipos de pegadinhas e testes sociais. A nomenclatura “monóxido” se refere a um composto que contém apenas um

oxigênio (mono oxigênio) e “di-hidrogênio” refere-se a dois hidrogênios, ou seja, o composto contém um oxigênio (O) e dois hidrogênios (H) em sua estrutura, melhor dizendo, água (H<sub>2</sub>O).

Desde a década de 80 até os dias atuais, diversas abordagens com esse tema foram executadas, em sua maioria abaixo-assinados para a proibição do DHMO. A ideia básica nessas ações é de mostrar o desconhecimento científico das pessoas que assinam ao abaixo-assinado sem saber o que estão exatamente fazendo.

Contudo, mesmo sendo um tema relativamente conhecido, onde se encontram diversos materiais na internet e em livros, quase nenhum estudo acadêmico aprofundado foi feito abordando o tema. Questionamentos como: “por que as pessoas assinam algo que desconhecem?”, “por que não perguntam sobre o tema, já que não sabem?” ou “por que a nomenclatura ‘monóxido de di-hidrogênio’ proporciona tanto medo nas pessoas?” ainda não foram abordados na academia.

*Hoax* (tradução literal do inglês de “farsa”) é palavra em inglês utilizada para identificar trabalhos acadêmicos fraudulentos e também um termo usado na internet que significa boatos que viralizam nas redes sociais. Nesse caso, o boato se trata de uma notícia que se baseia em informações distorcidas, incompletas e muitas vezes falsas. Conforme o boato é compartilhado, diversas outras informações podem ser incrementadas ao mesmo, produzindo um verdadeiro “telefone sem fio”, visto que, uma vez elaborado um boato, sua comprovação é difícil de ser feita. O compartilhamento de informações é uma característica intrínseca do ser humano em que, para vivermos coletivamente, necessitamos de uma rede de comunicação. Como os boatos geralmente se tratam de notícias sensacionalistas e apelativas, o ímpeto do compartilhamento se torna mais urgente, convencendo facilmente os demais (ALECRIM, 2012).

Assim, o boato do DHMO se encaixa em um *hoax*, visto que existem vários *sites* e publicações na internet com conteúdo que endossam as informações trazidas nas petições de proibição do DHMO. Contudo, além desses meios de compartilhamento de informações, foi encontrado um artigo no portal de periódicos CAPES em que endossa a existência de uma molécula chamada DHMO que seria diferente da água comum e que, essa sim, seria nociva à sociedade. O trabalho é intitulado “DHMO, die wässrige gefahr”, publicado em 2017 pelo Prof. Dr. Klaus Roth na revista *Chemie in unserer Zeit*, a qual está nas bases da CAPES, Web of Science, Scopus e diversas outras bases internacionais.

Tendo em vista que as bases de dados em questão são utilizadas por professores, pesquisadores e estudantes para encontrar referências mais aprofundadas sobre diferentes

assuntos e que, dessa forma, podem ser consideradas como fontes confiáveis de informação, causou estranheza encontrar um artigo dessa natureza. Assim, um estudo aprofundado no artigo foi então feito. Para além da curiosidade sobre encontrar esse artigo em uma revista científica, é interessante compreender como esse tipo de boato pode se propagar entre as pessoas e, de que maneira a educação científica pode contribuir para que as pessoas possam avaliar, de forma crítica, as mais variadas informações disponíveis atualmente.

## 2 OBJETIVOS

Dos objetivos desta monografia têm-se:

- Executar um abaixo-assinado para a proibição do DHMO durante uma feira de ciências em uma escola de ensino básico para averiguar a quimiofobia e a pseudoparticipação política de alunos e professores;
- Elaborar uma revisão sobre a origem do boato DHMO e seu impacto e variações existentes principalmente na internet e seus efeitos na sociedade;
- Esmiúçar todo o trabalho “DHMO, die wässrige gefahr” a fim de estudar as justificativas para a preocupação com DHMO descritas no trabalho;
- Buscar metodologias ativas para identificação de boatos, *hoax*, *fake news* etc para serem aplicados em escolas;
- Identificar a importância da educação científica no contexto do boato do DHMO.

### 3 METODOLOGIA

Para elaborar essa monografia, foram realizadas as seguintes ações:

#### 3.1 PETIÇÃO

O abaixo-assinado aplicado por Zohner foi a inspiração para que fosse executada uma petição similar para observar se o resultado seria similar em dias atuais. Assim, em 19 de outubro de 2019, em uma feira de ciências no Centro de Excelência Atheneu Sergipense – Aracaju/SE, em que se reuniam turmas de ensino médio para apresentar seus trabalhos científicos, o abaixo-assinado foi aplicado. A estrutura da petição foi a seguinte:

##### Abaixo-assinado

##### Proibição da utilização do monóxido de di-hidrogênio

Este abaixo-assinado tem como objetivo o controle estrito ou proibição total da utilização de monóxido de di-hidrogênio (DHMO). Lista-se algumas de suas causas abaixo:

- Chamado também de ácido hidroxílico, é um componente importante na chuva ácida;
- Acaba por dissolver quase tudo com que entra em contato;
- Pode matar, se inalado acidentalmente;
- Pode causar queimaduras graves em seu estado gasoso;
- Tem sido encontrado em tumores de pacientes terminais de câncer;
- Já foi encontrado nas calotas polares;
- Vastamente utilizado pela indústria alimentícia e de polímeros.

A abordagem foi de maneira educada, informando que se tratava de um aluno de química que estava fazendo o levantamento, e lendo a petição atentamente para os abordados. O texto da petição e as assinaturas foram escritas em um caderno pautado.

#### 3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em seguida, foi feita uma pesquisa na internet e uma revisão bibliográfica tanto sobre o tema do abaixo-assinado quanto apenas do DHMO em si. As pesquisas foram feitas utilizando o *site* Google e a plataforma de periódicos governamental CAPES. As palavras-chave utilizadas

foram: DHMO; monóxido de di-hidrogênio; monóxido de dihidrógeno; dihydrogen monoxide; pseudoparticipação; pseudoparticipation. Um dos poucos artigos encontrados na plataforma CAPES, intitulado “DHMO, die wässrige gefahr”<sup>1</sup>, se mostrou um potencial *hoax*. Assim, foi feito um estudo a fundo sobre o mesmo.

### 3.3 ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE GEFAHR”

O trabalho “DHMO, die wässrige gefahr” foi desmembrado e estudado minuciosamente. A análise foi feita separada em tópicos, os quais são: i) a revista, em que as informações da revista *Chemie In Unserer Zeit* foram levantadas; ii) o autor, em que se buscou uma pequena biografia sobre o Prof. Dr. Klaus Roth; iii) as imagens, em que se discutiu as tabelas e imagens trazidas no trabalho; iv) o texto, em que se estudou as informações trazidas no texto do artigo e; v) as referências, em que se estudou as referências que foram trazidas no artigo.

---

<sup>1</sup> “DHMO, o perigo aquático” em tradução livre do alemão para o português.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PETIÇÃO

O abaixo-assinado angariou 115 assinaturas. Praticamente todas as pessoas abordadas assinaram a petição, dentre alunos de ensino médio e professores, inclusive de química. Apenas um docente, que assinou inicialmente, pediu para rasurar sua assinatura pois, segundo o mesmo, percebeu do que se tratava em seguida. A reação imediata da maioria das pessoas foi de surpresa e visualmente preocupadas com os impactos do DHMO descritos na petição. Ninguém aparentou saber que a substância em questão seria apenas água em uma nomenclatura diferente, nem demonstrou atitude de questionar as informações, o que se pode observar pela quantidade de assinaturas obtidas em favor da proibição do DHMO.

Considerando que os resultados obtidos são muito parecidos aos relatados em outras petições similares, inclusive àquela utilizada como referência para esse estudo, é possível inferir que mesmo em circunstâncias diferentes, muitas pessoas apresentam desconhecimento sobre determinados assuntos que envolvem a química.

Assim, ficou claro que há uma problemática envolvida com a interpretação de informações científicas e como as pessoas encaram abaixo-assinados para proibição de substâncias químicas, evidenciando uma pseudoparticipação política, quimiofobia e uma facilidade de desinformação devido à falta de conhecimento científico. Isso foi o estopim para que um estudo sobre o tema fosse iniciado.

### 4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O boato do DHMO foi primeiramente publicado em 1983, numa edição do Dia da Mentira do *The Durand Express*, um jornal semanal da cidade de Durant, Michigan, nos EUA. O periódico informava que o monóxido de di-hidrogênio foi encontrado no encanamento da cidade e mostrava os diversos perigos que a substância poderia causar à saúde: se inalado, quase sempre resulta em morte e; seus vapores poderiam causar bolhas e que poderia ser fatal. Ao final do artigo é explicado que a substância se tratava de H<sub>2</sub>O, ou água (“April Fool’s Day”, 1983).

Contudo, foi no começo da década de 90 que o boato chegou à internet e se popularizou nos Estados Unidos e no mundo. A primeira aparição na internet documentada se refere a

postagem “*Warning! Dangerous Contamination!*” feita pelos alunos Eric Lechner, Lars Norpchen e Matthew Kaufman, da Universidade da Califórnia em Santa Cruz, nos EUA, em um grupo de discussão online do campus, em 1990, onde listam, além dos perigos já citados no *Durant Express*, mais problemas que o monóxido de di-hidrogênio pode trazer à saúde humana (LECHNER, 1990).

Em 1994, com uma maior popularização da internet, Craig Jackson fez em seu *site* o que chamou de “Coalizão Para Banir o DHMO”, popularizando ainda mais o tema (Kruszelnicki, 2006). Jackson aumentou a lista de perigos do DHMO e exemplos da sua utilização no cotidiano. Os perigos que salientou foi de que o monóxido de di-hidrogênio: é também conhecido como ácido hidroxílico e é o principal componente da chuva ácida; contribui com o efeito estufa; pode causar queimaduras severas; contribui com a erosão da nossa paisagem natural; acelera a corrosão e enferrujamento de diversos metais; pode causar falhas elétricas e diminuir a efetividade de freios de automóveis e; já foi encontrado em tumores excisados de pacientes terminais com câncer. Depois é citado que, mesmo assim, o DHMO é utilizado: como solvente e refrigerante industrial; em usinas nucleares; na produção de isopor; como extintor de fogo; em muitas formas de cruéis pesquisas com animais; na aplicação de pesticidas e; como aditivo em alguns *junk-foods* (termo em inglês para comidas não saudáveis) e outros produtos alimentícios (JACKSON, 1994).

Em 1997, um garoto de catorze anos chamado Nathan Zohner elaborou um abaixo-assinado na feira de ciências de sua escola em Idaho, nos EUA, em que abordou cinquenta pessoas solicitando suas assinaturas para o controle estrito ou a proibição total da utilização de monóxido de di-hidrogênio, utilizando as seguintes justificativas: é um componente importante nas chuvas ácidas; dissolve quase tudo que entra em contato; pode levar a morte se inalado; pode causar graves queimaduras quando no estado gasoso e; tem sido encontrado em tumores de pacientes terminais com câncer. Zohner conseguiu quarenta e três assinaturas para a proibição da água (TYSON; GOLDSMITH, 2015), e assim venceu o prêmio da feira de ciências pelo projeto que era intitulado “Quão Crédulos somos nós?” (KRUSZELNICKI, 2006). No mesmo ano, James Kenneth Glassman, em um artigo no jornal *The Washington Post*, definiu o termo “Zohnerismo”, em homenagem a Nathan Zohner, para se referir à utilização de um fato verdadeiro para levar um público científico e matematicamente ignorante a acreditarem em uma falsa conclusão (GLASSMAN, 1997), termo já utilizado em trabalhos acadêmicos (CRAVEN; MARLOW, 2008; STOUT, 2013). Contudo, mesmo sendo algo de grande potencial, não há um volume interessante de trabalhos com essa temática.

Em 2001 e 2007, parlamentares do Partido Verde da Nova Zelândia apoiaram o banimento do DHMO, o que foi severamente criticado pelo Partido Nacional (MAIL, 2007; SCOOP, 2001). Na cidade de Louisville, Kentucky, nos EUA, em 2006, o diretor executivo do *Waterfront Development Corporation*, companhia pública que administra o parque *Waterfront*, como estratégia para impedir que pessoas nadassem na fonte pública, utilizou placas com os escritos: “PERIGO! - A ÁGUA CONTÉM ALTOS NÍVEIS DE HIDROGÊNIO – MANTENHA DISTÂNCIA” (Halford, 2006). A água já contém hidrogênio em sua composição natural (dois H em H<sub>2</sub>O), ou seja, a estratégia se tratou de um Zohnerismo. Existem ainda diversos outros exemplos que se utilizam dessas ideias para confundir muitas pessoas.

Devido a sua popularização, o boato do DHMO tem sido alvo de diversos estudos de caso sobre desinformação, principalmente no meio acadêmico, para conseguir identificar conceitos como *fake news*, pós-verdade etc. (CARDER; WILLINGHAM; BIBB, 2001). Métodos de avaliação de informação também foram desenvolvidos, como o método ABCD, que se propõe a ser uma metodologia para alunos de ensino médio que conseguiria proporcionar uma fácil identificação da veracidade de informações com quatro passos: *Authority, Bias, Coverage and Date* (ABCD), ou seja, Autoria, Viés, Lastro ou Segurança e Data. Segundo a autora, a metodologia conseguiria evitar que os alunos caíssem no boato do DHMO (KRUEGER, 2013).

### 4.3 ESTUDO DO ARTIGO “DHMO, DIE WÄSSRIGE GEFAHR”

#### 4.3.1 A revista

A chamada *Chemie In Unserer Zeit* (Química Em Nosso Tempo, ou ChiuZ) é uma revista científica alemã destinada ao público geral e professores de química. O objetivo da mesma é trazer temas científicos e novidades na pesquisa em química, de maneira clara e de fácil compreensão. Desta forma, tenta apresentar temas de pesquisas recentes e tem como público alvo químicos que trabalham com pesquisa e indústria, além de professores e estudantes de química. Para isso, a revista adota, além de uma linguagem mais simples, um apelo gráfico e diversas imagens e ilustrações didáticas. Segundo a própria revista: “A Química Em Nosso Tempo fornece informações confiáveis sobre os desenvolvimentos atuais da química e suas disciplinas vizinhas” (ZEIT, [s.d.]).

A revista é indexada a diversos bancos de dados, dentre eles: SCOPUS, Web of Science, Natural Science Collection, dentre outras (ZEIT, [s.d.]). A mesma conta com um fator de impacto de 0,473 no Web of Science (2020), 0,209 no Scopus (2020) e índice H de 24 no Google Scholar (JOURNAL, 2022). A revista tem como idioma o alemão e está ativa desde 1967 com novas edições a cada dois meses e é publicada pela Sociedade Alemã de Química (GDCh).

#### **4.3.2 O autor**

O artigo tem como único autor o prof. Dr. Klaus Roth. Nascido em 1945 em Berlim, é um professor universitário de química na Universidade Livre de Berlim, atualmente aposentado. Seus interesses de pesquisa são espectroscopia de ressonância magnética nuclear e técnicas de imagem. Além disso, desde 2003, Roth se tornou autor de textos com aspectos curiosos e cotidianos da química para um público amplo, empregando senso de humor e investigativo. É autor de vários artigos na ChemViews Magazine e na Chemie In Unserer Zeit, além de autor de diversos livros como o Chemische Delikatessen, em que se baseia em artigos publicados por ele mesmo na Chemie In Unserer Zeit (CHEMVIEWS, 2015; ROTH, [s.d.]).

#### **4.3.3 As imagens**

A Figura 1 do trabalho pode ser observada a seguir. Nota-se que a única diferença entre a água e o DHMO seria apenas a ocorrência natural (*natürliches Vorkommen*). Outros fatores físico-químicos seriam idênticos.

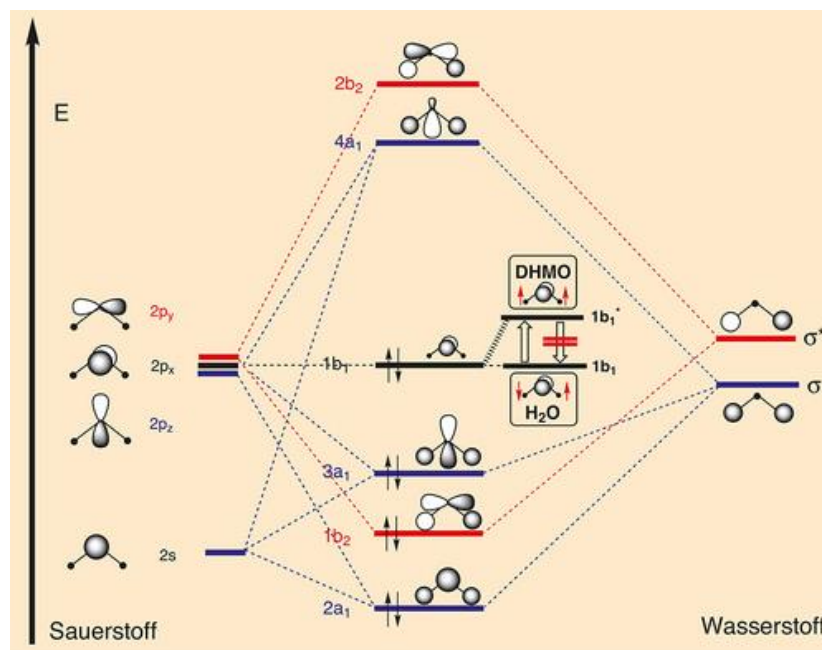
Figura 1 - Ocorrência natural (*natürliches Vorkommen*), massa molar (*Molare Masse*) e as propriedades físico-químicas de ponto de fusão (*Schmelzpunkt*), ponto de ebulição (*Siedepunkt*) e densidade máxima (*max. Dichte*) entre as espécies de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), água pesada ( $\text{D}_2\text{O}$ ), água superpesada ( $\text{T}_2\text{O}$ ) e monóxido de di-hidrogênio (DHMO).

	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{D}_2\text{O}$	$\text{T}_2\text{O}$	DHMO
natürliches Vorkommen [%]	99,96875	0,03125	$10^{-15}$	$5,23 \cdot 10^{-7}$
Molare Masse [ $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ]	18,015	20,028	22,031	18,015
Schmelzpunkt [ $^{\circ}\text{C}$ ]	0,0	3,82	4,49	0,0
Siedepunkt [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$\text{H}_2\text{O}$ 100,0 $\text{H}_2^{16}\text{O}$ 99,97 $\text{H}_2^{17}\text{O}$ 100,08 $\text{H}_2^{18}\text{O}$ 100,15	$\text{D}_2\text{O}$ 101,42 $\text{D}_2^{16}\text{O}$ 101,40 $\text{D}_2^{18}\text{O}$ 101,54	$\text{T}_2\text{O}$ 101,51	DHMO 100,0
max. Dichte [ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ]	0,999975	1,10589	1,21502	0,999975

Fonte: Roth (2017)

A Figura 2 mostra o diagrama dos orbitais moleculares da água e o que seria do DHMO. A legenda do artigo aponta que ambos têm diagramas muito semelhantes, a diferença estaria na energia do orbital  $1b_1$ . Embora considerar dois spins nucleares antiparalelos não altere a energia do orbital molecular  $1b_1$ , um alinhamento paralelo leva ao aumento de sua energia para  $1b_1^*$ .

Figura 2 - Diagrama de orbital molecular que demonstraria a diferença entre a água e o DHMO.

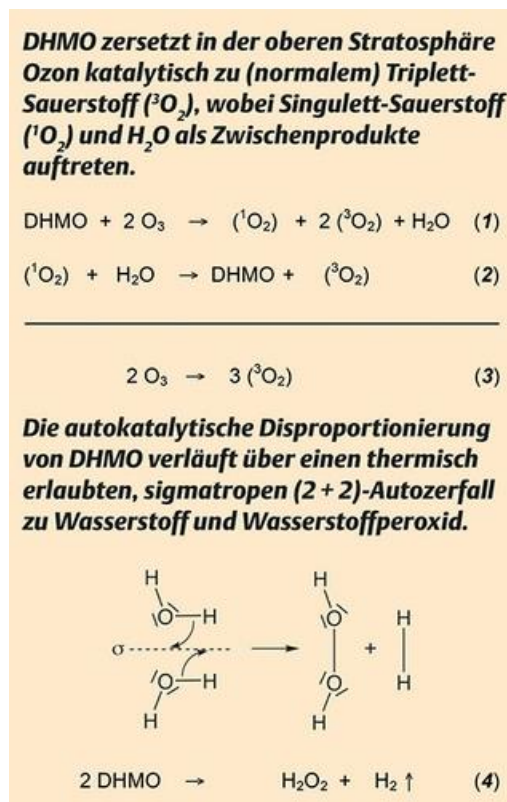


Fonte: Roth (2017)

Contudo, a Teoria do Orbital Molecular (TOM) se trata da interação de elétrons entre os átomos e, conseqüentemente, seus spins. O que é dito no início do trabalho é que a diferença entre H<sub>2</sub>O e DHMO está relacionada ao spin nuclear dos hidrogênios das espécies. Não existe uma abordagem utilizando spins nucleares em TOM, visto que não há relação com os orbitais atômicos e moleculares. Mesmo considerando a participação de elétrons e utilizando a justificativa prévia de que os spins paralelos do DHMO interferissem nos elétrons livres do oxigênio, o nível 1b<sub>1</sub>\* (do DHMO) seria impossível, pois feriria o princípio da exclusão de Pauli.

A Figura 3 mostra como o DHMO agiria na degradação do ozônio estratosférico. A legenda diz que o gás hidrogênio produzido na reação 4 causa problemas processuais e de segurança. Assim, a água com mais de 4,2% de DHMO não deve ser armazenada em recipientes fechados. Mas, novamente, essas informações não têm referências.

Figura 3 - Processo catalítico do DHMO na degradação do ozônio estratosférico trazido pelo artigo.



Fonte: Roth (2017)

A Figura 4 traz uma placa e tem como justificativa na legenda do artigo que o alto teor de hidrogênio (11%) do DHMO pode levar a explosões em águas poluídas. O que a legenda não aponta é de que a água tem 11,11% de hidrogênio em sua massa. O objetivo da placa seria de impedir os banhistas de usarem uma grande fonte pública. Assim, o órgão responsável pela administração do parque colocou a placa com os dizeres: “PERIGO! - A ÁGUA CONTÉM ALTOS NÍVEIS DE HIDROGÊNIO – MANTENHA DISTÂNCIA”. Contudo, na verdade, a administração, contando com a falta de conhecimento científico das pessoas, colocou a placa para que não entrassem na fonte pública, e não devido ao DHMO em si (HALFORD, 2006). A legenda ainda cita a fonte da imagem é de JOEYMANLEY, Wikimedia Commons, mas não foi encontrada nenhuma informação que fizesse ligação a essas informações com essa referência.

Figura 4 - Placa com os dizeres “PERIGO! – A ÁGUA CONTÉM ALTOS NÍVEIS DE HIDROGÊNIO – MANTENHA DISTÂNCIA”, em tradução literal. Fotografia feita em 2006, em Louisville, Kentucky, EUA, elaborada por David Karem (HALFORD, 2006).



Fonte: Roth (2017)

A Figura 5 traz o que seriam fotos da mariposa roxa de laboratório (*Sphinx labora viola*) antes e depois do tratamento com solução aquosa de DHMO (esquerda) e um animal não tratado com DHMO (direita). Como mencionado anteriormente, essa espécie não existe. A fonte da imagem é de I. G. Norant, Ann, da University of Northern Vineta, publicado na revista Bull.

Shit. Contudo, o autor, a universidade e a revista não existem. O autor e a revista, neste caso, se tratam de ironias com seus nomes, sendo o autor Ann I. G. Norante, fazendo referência à frase em inglês *an ignorant*, traduzido para “um ignorante” em português, e a revista Bull. Shit. Faz referência a palavra inglesa *bullshit*, que significa bobagem, conversa fiada, mentira etc.

Figura 5 - Mariposas roxas de laboratório (*Sphinx labora viola*) antes e depois da injeção de 50 µL de 10 por cento de solução aquosa de DHMO (esquerda) e um animal não tratado com DHMO (direita).



Fonte: Roth (2017)

Na Figura 6, a fonte da imagem seria de A13ean, Wikimedia Commons, mas não é informada a localidade da praia mostrada nem data em que houve a fotografia. Além disso, aproximando a imagem, é possível verificar que se trata de uma montagem, pois a placa não tem sombra e a luminosidade está diferente do ambiente. Ademais, utilizando a ferramenta *Google Lens* não foi possível encontrar tal placa em nenhum outro endereço eletrônico. Contudo, encontram-se placas idênticas, mas sem os dizeres DHMO.

Figura 6 - Fotografia de uma praia contaminada com uma placa de um perfil de pessoa caindo no que seria DHMO.



Fonte: Roth (2017)

A última imagem do trabalho (Figura 7) não tem legenda explícita.

Figura 7 - Placa com os dizeres “DHMO é um resíduo perigoso” em tradução literal.



Fonte: Roth (2017)

#### 4.3.4 O texto

Como se trata de um artigo em alemão, foi utilizado o Google tradutor para a tradução do mesmo. O artigo foi publicado em abril de 2017.

O resumo não traz informação direta sobre o que é abordado no texto, apenas citando ao final que o artigo aborda o monóxido de di-hidrogênio. Em tradução literal, o resumo é descrito abaixo:

“As moléculas e sua relação com nós humanos serão apresentadas nesta seção, que também é chamada de "Moléculas e Humanos" e traz como logotipo o "Homem Molécula" de Berlim do escultor norte-americano Jonathan Borofsky (\*1942). Ele mesmo diz sobre sua obra de arte: "Para mim, esta escultura de alumínio de 30 m de altura com três figuras reunidas no centro não apenas representa a leveza de nossos próprios corpos maciços, mas as três figuras conectadas no centro representam a união das moléculas de todas as pessoas para criar nossa existência.” Esta edição de abril é sobre o monóxido de di-hidrogênio.” (ROTH, 2017, p. 133).

No início, o artigo alega que a Organização das Nações Unidas (ONU) alerta para as consequências do aumento da concentração de monóxido de di-hidrogênio (DHMO) na água do mar e águas pluviais no mundo todo. De certa forma não está errado, visto que, com o aquecimento global, a concentração de água em mares aumenta devido ao derretimento de gelo no oceano. Ao mesmo tempo, alerta que Organizações não Governamentais (ONGs) ambientais e meios de comunicação exigem a proibição do DHMO. Isso faz sentido se levarmos em consideração os *sites* que pedem a proibição do DHMO. Por fim, diz que a água natural é uma mistura de isótopos de oxigênio e hidrogênio, e que isso não leva a nenhum problema em sistemas biológicos.

Em seguida, é dito que o DHMO e a H<sub>2</sub>O têm composições atômicas idênticas, a diferença estaria na orientação dos spins nucleares dos hidrogênios de cada espécie. Na molécula de H<sub>2</sub>O, ambos são antiparalelos (spin nuclear total igual a 0), já no DHMO, paralelo (spin nuclear total igual a 1). Contudo, fazer essa relação não faz sentido, visto que os spins nucleares de cada hidrogênio são independentes. Essa informação está relacionada a Figura 2, onde o autor tenta unir as ideias de spin nuclear e spin eletrônico para justificar a existência do DHMO.

Em seguida, é trazida a seguinte informação em tradução literal:

“Devido à alta mobilidade das moléculas de H<sub>2</sub>O (rotação, translação) em todos os estados de agregação, as interações magnéticas dos spins nucleares do H orientados antiparalelos são completamente calculadas em média. Os pares solitários de elétrons

do oxigênio no H<sub>2</sub>O são, portanto, “magneticamente cegos” para os spins nucleares do H. No entanto, este não é o caso com um arranjo paralelo. Aqui, uma forte interação de Fermi entre os spins nuclear e eletrônico leva a uma polarização de spin líquida estacionária dos pares do oxigênio. Como resultado, a energia do orbital molecular não ligante, duplamente ocupado, aumenta e ganha caráter antiligante.” (Roth, 2017, p. 133).

Entretanto, essa é uma informação inédita e não há essa relação direta entre os spins nucleares e spins eletrônicos capaz de tal efeito.

O texto também diz que a interação intramolecular de spin nuclear do hidrogênio na molécula de H<sub>2</sub>O chega a 36,16 kJ/mol devido a pequena distância entre os átomos de hidrogênio, de acordo com cálculos *ab initio*. Mas não existe tal interação e o texto não traz referência de como obteve os resultados *ab initio*. O texto continua e explica que, devido a isso, o DHMO seria mais energético que o H<sub>2</sub>O, e o equilíbrio termodinâmico entre as espécies é impedido cineticamente. Contudo, a transformação H<sub>2</sub>O → DHMO seria permitida por simetria, mas o inverso, não, como explicou na Figura 2. Assim, o DHMO seria metaestável, com meias-vidas na ordem de alguns meses, e já haveria descoberto na literatura um catalisador de Gd(III) que reduziria tal meia-vida para algumas horas. Como pode ser visto no tópico de referências do artigo, não há sequer um trabalho que justifique isso.

Em seguida, é dito que o teor natural de DHMO na água seria de  $5,23 \times 10^{-5} \%$  a 20°C, mas esse valor é maior em rios e águas costeiras poluídas industrialmente, sendo a poluição das usinas elétricas o principal fator de aumento. Mais uma vez, o artigo traz uma informação sem referência. Isso aconteceria devido às excitações sigmatrópicas  $n-\sigma^*$  induzidas do oxigênio, frequências de ressonância moduladas são emitidas nas faixas de VHF (*Very High Frequency*) e micro-ondas quando o  $\sigma^*$ -MO recua. A chamada troca “flip-flop” das orientações de spin nuclear ocorre de forma síncrona, o que converteria H<sub>2</sub>O diretamente em DHMO.

O texto também diz que, devido a atividades industriais, há aumento da concentração de DHMO na Europa Central, EUA e China. Tais atividades levariam à formação de elétrons médio-rápidos, e como tais elétrons não são facilmente solvatados, o excesso de energia seria transferido radiativamente para o H<sub>2</sub>O em uma ativação de colisão não elástica, formando DHMO. Tal água contaminada seria reutilizada como solvente e refrigerante barato na indústria química e usinas nucleares e depois despejada em rios e oceanos. Esse descarte descuidado teria levado ao aumento de DHMO na água potável. Isso teve um grande impacto na pecuária industrial, porque a água potável utilizada aumentou o teor de DHMO do leite, manteiga e carne por um fator de 50 nos últimos 12 anos. Todas essas informações também não têm referências.

O DHMO teria maior reatividade que o H<sub>2</sub>O. O artigo diz que um trabalho sobre sua reatividade foi feito por grupo liderado pelo prof. N. Onsen, contudo a referência que é trazida não existe tanto quanto o autor que, aparentemente, é apenas uma referência a palavra inglesa *nonsense*, que significa um discurso sem sentido. O texto também diz que o DHMO seria cerca de uma potência de 10 mais ácido que o H<sub>2</sub>O. A justificativa está na constante de acidez (K<sub>a</sub>), em que o DHMO tem K<sub>a</sub> = 18,1 x 10<sup>-17</sup>, enquanto H<sub>2</sub>O teria K<sub>a</sub> = 1,81 x 10<sup>-16</sup>. Contudo, tais valores de K<sub>a</sub> são idênticos, a mudança está apenas na notação científica. O texto alega que, devido a isso, o DHMO, sendo um hidroxíácido de força média, e uma das principais causas de corrosão e contribui significativamente para a formação da chuva ácida e a erosão do solo.

Além disso, ao contrário do H<sub>2</sub>O, o DHMO estaria envolvido na destruição da camada de ozônio. O DHMO reagiria como um catalisador com o ozônio na estratosfera, transformando-o em oxigênio singleto, oxigênio tripleto e em água. Em seguida, o oxigênio singleto transferiria sua orientação de spins paralelos para outros dois spins nucleares do H do H<sub>2</sub>O, restaurando o DHMO. Mas não há nenhuma referência que suporte essa alegação.

O texto diz que o valor da dose letal mediana de DHMO em roedores é de 25 mg/kg de massa corporal e que provavelmente sua toxicidade deve ser maior. Além disso, seria necessário que um adulto ingira mais de mil litros de água com DHMO em pouco tempo para ter os sintomas de envenenamento. O texto também diz que, após a ingestão de grandes quantidades de DHMO, há a produção de peróxido de hidrogênio e gás hidrogênio (reação (4), Fig. 3), e seria notável mudanças em animais altamente sensíveis, como a mariposa *Sphinx labora viola L.*, que mudaria a pigmentação das suas asas devido ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Contudo, tal espécie de mariposa não foi encontrada. O peróxido de hidrogênio também seria um problema para pessoas, e alguns políticos mais cautelosos estariam colocando placas de aviso em alguns locais contaminados para avisar ao público da existência de DHMO.

O trabalho afirma que as discussões sobre o DHMO ficaram limitadas à círculos especializados até 1990. A partir da década de 90, diversas publicações foram feitas para alertar a população, além do início do ativismo ambiental para fortalecer campanhas de proibição do DHMO. O que o texto não diz é que foi justamente nesse período que se iniciaram os fóruns e *sites* com o *hoax* do DHMO. Tais campanhas foram observadas nos EUA e também na Alemanha. Os argumentos para a proibição são:

- O DHMO diminui o atrito estático dos pneus e diminui a eficácia dos freios;
- Devido sua acidez, a condutividade do DHMO leva a curtos-circuitos elétricos;

- Centenas de pessoas se afogam em água contaminada com DHMO todos os anos. Muitos sofrem queimaduras em altas e baixas temperaturas de DHMO.
- O DHMO leva ao vício em jovens principalmente, sofrendo crises de abstinência, levando a ataques de sede, com muitos morrendo na reabilitação.
- O potencial viciante do DHMO é observado em atletas que consomem em grande quantidade. Maratonistas são tão viciados que precisam de estações de hidratação para terminar suas provas.
- DHMO ainda não foi classificado como carcinogênico, mas é encontrado em tecidos tumorais em grandes quantidades.

O trabalho é concluído alegando que ainda não há estudos confiáveis baseados em uma grande quantidade de casos, o que não justificaria a proibição geral do DHMO. No entanto, muitos especialistas estão exigindo maiores esforços na pesquisa científica básica do DHMO. Já foram enviados projetos a órgãos de pesquisa alemãs para estudar a foz do rio Elba, e todos os sistemas de abastecimento da união europeia deveriam monitorar o DHMO.

#### **4.3.5 As referências**

As referências do artigo foram analisadas individualmente e foram classificadas entre: encontrada e faz sentido; encontrada, mas não faz sentido; não encontrada e; não encontrada e não faz sentido. A referência ser ou não ser encontrada está relacionada a existência literal da mesma, ou seja, se foi encontrada em alguma base de dados de periódicos ou em *sites* da internet, enquanto a fazer sentido ou não diz respeito a se a informação trazida tem relação com a informação trazida na referência ou se se trata de uma referência claramente falsa. O estudo está organizado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Análise individual de cada referência citada no artigo DHMO, die wässrige Gefahr. Cada referência, tal como está no artigo, está indexada a notas de rodapé. (continua)

Número da referência	Situação da referência	Observação
1 <sup>2</sup>	Encontrada e faz sentido.	Trata-se de um trecho do livro de D. H. Lawrence, um escritor inglês, chamado O Amante de Lady Chatterley. Em que diz que “água é H <sub>2</sub> O, hidrogênio duas partes, oxigênio uma, mas também há uma terceira coisa, que a torna água e ninguém sabe o que é”.
2 <sup>3</sup>	Não encontrada.	Se refere a Avaliação Global de Saneamento e Água Potável (GLAAS), um órgão da ONU que apontaria o problema do aumento de DHMO nas águas do mundo. Contudo, somos levamos a uma página não encontrada do domínio da Organização Mundial da Saúde.
3 <sup>4</sup>	Encontrada e faz sentido.	Se trata de um glossário da IUPAC sobre os termos utilizados na físico-química orgânica para justificar a existência dos isótopos oxigênio e hidrogênio na água.
4 <sup>5</sup>	Não encontrada.	Não é ligada a nenhum outro trabalho, apenas diz que há a existência de trítio na natureza.
5 <sup>6</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	Se refere a informação de que efeitos tóxicos só ocorrem após a ingestão crônica de água com teor de D <sub>2</sub> O superior a 35%. Mas o artigo citado não traz essa informação.
6 <sup>7</sup>	Não encontrada.	Não é ligada a nenhum outro trabalho, apenas traz a informação de que existem isótopos, além de água, também de DHMO, e de que o DHMO pode ser separado em ultracentrífugas.
7 <sup>8</sup>	Não encontrada.	Não é ligada a nenhum outro trabalho, apenas diz que a alta mobilidade do H <sub>2</sub> O também é aplicado no gelo, o qual tem entropia de ponto zero de 3,4 JK <sup>-1</sup> .
8 <sup>9</sup>	Não encontrada e não faz sentido.	Se trata de um artigo em que traria a descoberta de um material à base de Gd(III) que reduziria o tempo de meia-vida do DHMO. Contudo, a referência escrita no artigo não existe! A indexada que está disponível no <i>Web of Science</i> leva a um artigo que não tem nada a ver com o citado, nem ao menos há estudo com Gd(III), quem dirá a catálise de DHMO.
9 <sup>10</sup>	Encontrada e faz sentido.	Traz um guia para Teoria do Funcional da Densidade, uma abordagem química quântica teórica que seria utilizada para o estudo do DHMO pelo grupo do pesquisador N. Onsense.

<sup>2</sup> D. H. Lawrence, (englischer Schriftsteller, bekanntestes Werk) Lady Chatterley's Lovers, Giuseppe Orioli/Tipografia Giuntina, Florenz, 1928.

<sup>3</sup> [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/glaas\\_report\\_2012/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2012/en/).

<sup>4</sup> Isotopologe Verbindungen unterscheiden sich nur in ihrer Isotopenzusammensetzung, z.B. <sup>12</sup>CH<sub>4</sub>, <sup>13</sup>CH<sub>2</sub>D<sub>2</sub> und <sup>12</sup>CH<sub>3</sub>D; siehe <http://goldbook.iupac.org/I03351.html>.

<sup>5</sup> Daneben entstehen geringste Mengen Tritium <sup>3</sup>H (T) durch die Kernreaktion (<sup>14</sup><sub>7</sub>N + <sup>0</sup><sub>1</sub>n → <sup>12</sup><sub>6</sub>C + <sup>3</sup><sub>1</sub>H) in der oberen Stratosphäre. Tritium ist radioaktiv und zerfällt durch Betazerfall (β<sup>-</sup>) in das Heliumisotop <sup>3</sup>He mit einer Halbwertszeit von 12 Jahren. Durch ein stabiles Fließgleichgewicht zwischen Bildung und radioaktivem Zerfall befinden sich ständig etwa 3kg Tritium in der gesamten Biosphäre, hauptsächlich im Oberflächenwasser.

<sup>6</sup> J. Katz und H. Crespi, Pure Appl. Chem. 1972, 32, 221.

<sup>7</sup> Die in der Literatur übliche Bezeichnung DHMO ist missverständlich, da auch vom DHMO verschiedene Isotopologe existieren. Bisher konnte jedoch nur das aus <sup>1</sup>H und <sup>16</sup>O aufgebaute (D<sup>1</sup>HM<sup>16</sup>O) durch Trennung in angeregten Ultrazentrifugen gewonnen werden. Streng genommen kann daher „DHMO“ nur mit <sup>1</sup>H<sub>2</sub><sup>16</sup>O verglichen werden.

<sup>8</sup> Dies gilt auch für Eis, dessen Nullpunksentropie bei 3,4 JK<sup>-1</sup> liegt.

<sup>9</sup> E. H. Est et al., J. Irreprod. Chem. 2016, 34, 397.

<sup>10</sup> W. Koch und M.C. Holthausen, A Chemist's Guide to Density Functional Theory, Wiley-VCH, Weinheim, 2001.

(continuação)

Número da referência	Situação da referência	Observação
10 <sup>11</sup>	Não encontrada e não faz sentido.	Seria a citação do trabalho do dinamarquês N. Onsense. Nenhum trabalho com esse autor foi encontrado e não há trabalho indexado ao artigo.
11 <sup>12</sup>	Encontrada e faz sentido.	Se trata de um link para um <i>site</i> que mostra as propriedades físico-químicas do DHMO, além dos seus perigos associados.
12 <sup>13</sup>	Encontrada e faz sentido.	É um artigo do próprio Klaus Roth em que cita a importância e características da água.
13 <sup>14</sup>	Não encontrada e não faz sentido.	Se trata da seguinte indexação: I. G. Norant, Ann. Bull. Shit. 2016, 59, 3343.
14 <sup>15</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	Se trata de um artigo de James K. Glassman: “ <i>Dihydrogen monoxid: a killer</i> ”. Em que é relatado que pessoas assinaram um abaixo-assinado para a proibição. Contudo, o texto cita e explica que se trata de um <i>hoax</i> .
15 <sup>16</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	São quatro <i>links</i> de <i>sites</i> ativistas em alemão que citam os perigos do DHMO.
16 <sup>17</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	Mais dois links de <i>sites</i> ativistas em alemão que citam os perigos do DHMO.
17 <sup>18</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	São três links do YouTube. Um deles não está mais disponível; outro se trata de uma pessoa que parece cientista mostrando diversas reações perigosas do DHMO e seus perigos; o terceiro vídeo é o que seria uma reportagem alertando a contaminação de sistemas de água contaminados com DHMO.
18 <sup>19</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	Mais um link para o YouTube com uma reportagem de uma manifestação na Alemanha para a proibição do DHMO, além de filmar a opinião de outras pessoas sobre o DHMO.
19 <sup>20</sup>	Encontrada, mas não faz sentido.	Se trata de um link para o <i>site</i> dhmo.org, que compila os perigos do DHMO e as atividades de ativismo sobre o tema.

<sup>11</sup> N. Onsense et al., J. Theol. Chem. 2016, 86, 3721.

<sup>12</sup> DHMO Material Safety Data Sheet: [www.improbable.com/2010/03/24/dhmo-material-safety-data-sheet/](http://www.improbable.com/2010/03/24/dhmo-material-safety-data-sheet/).

<sup>13</sup> K. Roth, Chem. Unserer Zeit, 2013, 47, 108.

<sup>14</sup> I. G. Norant, Ann. Bull. Shit. 2016, 59, 3343.

<sup>15</sup> J. K. Glassman, 1997: [articles.orlandosentinel.com/1997-10-28/news/9710280246\\_1\\_dihydrogen-monoxide-ban-dihydrogen-dhmo](http://articles.orlandosentinel.com/1997-10-28/news/9710280246_1_dihydrogen-monoxide-ban-dihydrogen-dhmo).

<sup>16</sup> <http://halbtagblog.de/2010/02/25/dhmo-vieltrubel-um-wasser/>; [www.dhmo.de/fakten.html](http://www.dhmo.de/fakten.html); [www.wissenschaft-technik-ethik.de/dhmo.html](http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/dhmo.html); Fairerweise soll auf eine Initiative der friends of hydrogenhydroxid hingewiesen werden: [www.armory.com/~crisper/DHMO/](http://www.armory.com/~crisper/DHMO/).

<sup>17</sup> 18. März 2004 im FAZ Feuilleton: „Die Zeit der Dihydrogen-Monoxid-Vorfälle“; [www.faz.net/aktuell/feuilleton/wellenreiter-die-zeit-der-dihydrogenmonoxid-vorfaelle-1143053.html](http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/wellenreiter-die-zeit-der-dihydrogenmonoxid-vorfaelle-1143053.html); 1. November 2011 von Klaus Schmeih: [www.heise.de/tp/features/Dihydrogen-Monoxid-Der-Horrorrussein-Ende-haben-3391493.html](http://www.heise.de/tp/features/Dihydrogen-Monoxid-Der-Horrorrussein-Ende-haben-3391493.html).

<sup>18</sup> [www.youtube.com/watch?v=yi3erdgVVT](http://www.youtube.com/watch?v=yi3erdgVVT);

[www.youtube.com/watch?v=ccr0j8-7agA](http://www.youtube.com/watch?v=ccr0j8-7agA);

[www.youtube.com/watch?v=jAI1JAYj53k](http://www.youtube.com/watch?v=jAI1JAYj53k).

<sup>19</sup> [www.youtube.com/watch?v=T995bBYC-0Y](http://www.youtube.com/watch?v=T995bBYC-0Y).

<sup>20</sup> [www.dhmo.org](http://www.dhmo.org).

(conclusão)

Número da referência	Situação da referência	Observação
20 <sup>21</sup>	Não encontrada e não faz sentido.	Não está indexada a nenhum outro trabalho. Apenas diz que devido o vício em DHMO levou a uma dependência maior em situações psicológicas intensas. Trinta anos atrás, estudantes passavam por exames de duas horas sem a necessidade de alimentos e líquidos. Hoje, isso não seria mais possível.
21 <sup>22</sup>	Encontrada e faz sentido.	Traz três <i>links</i> : o primeiro é uma página explicando TOM para moléculas não lineares; o segundo é um vídeo no <i>YouTube</i> , em que é explicado como é feito o diagrama de orbitais moleculares do H <sub>2</sub> O e; o terceiro é uma página explicando a simetria dos orbitais atômicos do H <sub>2</sub> O.

Fonte: Adaptado de Roth (2017)

Das 21 referências citadas no artigo, 13 foram encontradas, sendo que 6 fazem sentido e 7 não fazem sentido. As restantes 8 referências sequer existem, sendo que 4 claramente não fazem sentido. As referências estão repletas de informações que, mesmo estando corretas, são empregadas em contextos divergentes com os quais são apresentados no artigo. A construção do texto moldada na forma de uma *fake news*, em que há a mistura de informações verdadeiras, com e fora do contexto, e informações falsas. Vale ressaltar a carga irônica de algumas referências, como a referência 10, onde está referenciado o autor “N. Onsense”, a referência 13, onde é citado o autor “I. G. Norant, Ann.”, da revista “Bull. Shit” e as demais referências onde traz vídeos e reportagens que tratam o DHMO como um *hoax*, com intuito de fazer pegadinhas na internet.

#### 4.4 BUSCA PELO AUTOR E REVISTA

A fim de buscar o contato do autor, enviou-se um e-mail para o mesmo, em que se utilizou o endereço disponível na biografia presente no *site* da Freie Universität Berlin, instituição em que o autor trabalhava. Entretanto, não houve resposta. Foi então enviado um e-mail à Freie Universität Berlin em busca de informação sobre o prof. Klaus Roth. A resposta

<sup>21</sup> Eine über 30 Jahre laufende longitudinale Studie über die Folgen der zunehmenden DHMO-Belastung von Studierenden ergab, dass trotz fortschreitender Raumklimatisierung die Wasseraufnahme in psychischen Extremsituationen (Klausuren) dramatisch anstieg. Während vor 23 Jahren Studierende zweistündige Klausuren ohne Aufnahme fester und flüssiger Nahrung problemlos durchstehen konnten, scheint dies heute ohne ein gefüllte Zweiliterflasche Wasser nicht mehr möglich zu sein. Diese Entwicklung, sollte sie sich weiter fortsetzen, gibt Anlass zu großer Sorge.

<sup>22</sup> [www.graylark.com/eve/MO-2D.html](http://www.graylark.com/eve/MO-2D.html); [www.youtube.com/watch?v=5y6F6VbnZXE](https://www.youtube.com/watch?v=5y6F6VbnZXE); [www.pci.tu-bs.de/aggericke/PC4/Kap\\_V/AO\\_H2O.htm](http://www.pci.tu-bs.de/aggericke/PC4/Kap_V/AO_H2O.htm).

foi de que o prof. Klaus Roth já está aposentado e a única maneira de se comunicar é através de e-mail.

Em seguida, foi enviado um e-mail para a redação da *Chemie in Unserer Zeit* a fim de questionar se a revista tem ciência da existência do artigo em questão e como que pôde ser aprovado pela redação e revisão e publicado. A resposta obtida foi de que o autor aborda o tema de forma irônica com o intuito de chamar atenção para as consequências da quimiofobia, de que o artigo não se trata de uma publicação científica, mas um comentário irônico. A editora termina dizendo que a *Chemie in Unserer Zeit* é uma revista que publica uma grande variedade de artigos e que vai considerar a rotulação do artigo de acordo com o que é proposto para evitar mais confusões.

Através de outro e-mail, foi perguntado justamente porque a rotulação não foi tomada antes e se haveria outros artigos com o mesmo propósito. Sobre a rotulação, a resposta foi, em tradução literal: “Originalmente, pensávamos que o uso extensivo de “Dihydrogenmonoxid” em vez de “Wasser” era rotulado o suficiente – combinado com o fato de que o artigo foi publicado em abril”. Contudo, tal rotulação ainda não deixa claro que se trata de um artigo de cunho irônico. A editora ainda confirma que o fato de o artigo ter sido publicado em abril é uma dica de que seria parte de uma sátira de dia da mentira. No mesmo e-mail a editora ainda enviou o que seria um artigo com conteúdo de caráter similar.

O artigo tem como título *Chemiefreie Haushaltsprodukte* (em tradução literal, “produtos domésticos sem produtos químicos”) e também está na base de periódicos da CAPES. É um artigo de 2016 e tem como autores Alexander F. G. Goldberg, Klaus Roth e CJ Chemjobber. Nesse caso, o artigo é claramente uma sátira. De cara, é possível observar que o trabalho contém apenas um resumo no início, referências e descrição dos autores no final. No resumo é descrito que a indústria comercializa seus produtos muitas vezes como “livre de produtos químicos” para salientar que provêm de fontes naturais e são saudáveis. Assim o trabalho teria como objetivo criar uma lista de todos os produtos domésticos livres de químicos, o que não existe. O corpo do trabalho tem apenas uma marca d’água de uma placa de proibição com os dizeres “Garantiert chemiefrei” (garantidamente livre de produtos químicos, em tradução literal). Além disso, o último autor, CJ Chemjobber, tem como foto de descrição um pato de borracha. O artigo ainda ironiza em uma caixa de texto alegando que “químicos são loucos e química é veneno - por isso, produtos sem química estão muito na moda”. As referências são diversos links para *sites* com imagens ou produtos “sem química” (Goldberg, Roth e Chemjobber, 2016).

Contudo, esse trabalho em questão não traz informações falsas. No máximo, utiliza termos hiperbólicos, como dizer que “químicos são loucos” e “química é veneno”. O artigo é mais uma crítica direta e clara ao uso do termo “sem química”, em que produtos químicos é tratado como termo pejorativo pela sociedade. Desta forma, o trabalho pode ser classificado como de cunho zohnerista. Isso diverge do “DHMO, die wässrige gefahr” em diversos momentos, em que, nesse, são trazidas muitas informações falsas como listado nessa monografia. Portanto, pode-se dizer que ambos artigos são sátiras, contudo, um deixa isso bastante claro, enquanto o outro se propõe a justificar as informações falsas no intuito de tentar enganar o leitor.

#### 4.5 A ESCOLA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Nos últimos anos, a internet tem possibilitado a democratização do acesso ao conhecimento produzido pela humanidade. Assim, é possível consultar revistas científicas, documentos oficiais e projetos inovadores de praticamente qualquer país, com a facilidade de acessar um volume de informações muito superior ao que, em outros tempos, estaria registrado em uma enciclopédia, por exemplo. Nessa perspectiva, os livros didáticos, utilizados ainda hoje nas escolas, enfrentam concorrência desleal, visto que sua atualização se dá em um tempo muito superior ao que a internet é capaz de fazê-lo. Da mesma forma, os processos que se estabelecem em sala de aula permanecem obsoletos se não levarem em conta a facilidade com a qual é possível obter qualquer informação por meio de um smartphone. Então, há uma incorporação crescente dessas fontes de informação, que ultrapassam os meios físicos, como livros, enciclopédias, jornais, revistas etc.

Por outro lado, a produção de conteúdo e o registro de informações também é acessível a qualquer pessoa, de modo que é possível veicular resultados de pesquisas de um grupo, notícias *in loco*, produções autorais e alternativas etc., uma vez que basta ter um equipamento para registro (texto, imagem ou vídeo) e acesso à internet, independentemente de empresas de mídia ou editoras, como ocorria em tempos atrás. Ao mesmo tempo, também é possível divulgar teorias da conspiração, boatos, fofocas, invenções, notícias falsas e enganosas, com os mais variados objetivos.

Assim, justamente o que tem facilitado o avanço nas comunicações nesse início de século também tem se configurado como um grande desafio: encontrar informações confiáveis, que possam subsidiar a construção de conhecimentos que, de fato, deem conta de compreender

os diferentes aspectos da realidade. Nesse sentido, a escola tem papel fundamental, uma vez que pode contribuir com a percepção sobre as características que indicam que determinada informação é confiável ou não.

Desta forma, se faz necessário também as metodologias ativas. Nesse contexto, a escola tem um papel crucial em proporcionar metodologias e capacidade ao aluno de identificar e constatar informações falsas. O método científico é a maneira mais confiável para a validação de uma informação. Contudo, seu processo de desenvolvimento é lento e trabalhoso, o que o torna inviável para a enxurrada de informações dos dias contemporâneos. A metodologia ABCD, elaborada pela prof<sup>a</sup>. Karla Krueger pode ser considerada uma metodologia mais rápida e suficientemente eficiente para a maioria das informações recebidas no dia-a-dia (Krueger, 2013). Contudo, devido a ascensão dos meios de comunicação, metodologias mais apuradas, eficientes e específicas são necessárias, principalmente devido a crescente velocidade da circulação das informações.

Analisar o trabalho “DHMO, die wässrige gefahr” através da metodologia ABCD se torna desafiador pois, além de ser uma metodologia direcionada para o ensino fundamental e médio, o trabalho se encontra em uma base de dados acadêmica séria e o seu conteúdo é muitas vezes complexo e demanda conhecimento de ensino superior. Além de que a metodologia é recomendada para informações mais pontuais do cotidiano. Mesmo assim, uma análise pode ser observada no Quadro 2, que se utiliza o modelo para alunos do ensino médio.

Analisando o Quadro 2 é possível observar que os termos A e D dão sustentações ao trabalho. É certo que o prof. Dr. Klaus Roth tem diversas publicações satíricas em seu portfólio, mas também tem publicações acadêmicas sérias e se tratava de um professor titular da Freie Universität Berlin (agora aposentado). Além de que a data da publicação do artigo é recente para os meios acadêmicos (2017). A inconsistências mais fortes estão nos termos B (Bias, ou viés) e C (Coverage, ou Lastro ou Segurança). Como pode ser analisado no quadro, neles estão descritas as maiores problemáticas do trabalho que foi abordado nessa monografia. Em síntese, se analisado atentamente, o trabalho “DHMO, die wässrige gefahr” pode ser rotulado como um *hoax* constatado pela metodologia ABCD.

Quadro 2 – Análise do artigo “DHMO, die wässrige gefahr” através da metodologia ABCD.

Termo ABCD	O que se analisa	Análise
A ( <i>Authority</i> , ou autoria)	Quem é o autor? O mesmo é qualificado a escrever sobre o assunto? Por quê?	O autor se trata do prof. Dr. Klaus Roth e por ser um doutor em química e docente da Freie Universität Berlin, pode-se dizer que é qualificado. Além de ser publicado por uma revista acadêmica.
B ( <i>Bias</i> , ou viés)	Apresenta-se algum viés? Qual o objetivo principal da informação? Quem pode ter uma opinião diferente da fonte? Considera uma fonte confiável?	O trabalho aparenta ser sensacionalista devido a algumas afirmações, tendo seu objetivo alertar sobre a existência do DHMO como algo extremamente perigoso e suas propriedades químicas. Geralmente a fonte pode ser considerada confiável por estar em base de dados acadêmica, contudo não há outros trabalhos que alicerces essas informações trazidas. Químicos em geral teriam conhecimentos necessários suficientes para analisar todo o trabalho e discordar do mesmo, mas boa parte das informações podem ser analisadas por alunos do ensino médio.
C ( <i>Coverage</i> , ou Lastro ou Segurança)	Sob quais palavras-chave o tópico é localizado? Quem está relacionado a este tópico? Que eventos? Quais lugares? Quais informações podem ter sido deixadas de fora? O que precisa ser encontrado em outros lugares? No geral, os pontos principais do artigo.	O texto é localizado com a palavra-chave DHMO. Diversas páginas na internet falam sobre o tema trazendo a informação que o DHMO é perigoso, contudo, alguns <i>sites</i> desmentem essa informação, alegando que se trata de um boato, pegadinha etc. O texto pode apelar para algo mais ambientalista, alertando a consequência do DHMO principalmente nos EUA e Europa. Diversas informações não foram encontradas em outras referências, como as Mariposas roxas de laboratório ( <i>Sphinx labora viola</i> ).
D ( <i>Date</i> , ou data)	Qual a data da informação? É recente o suficiente? Por quê? É uma fonte primária ou secundária?	O artigo é de 2017 e pode ser considerado suficientemente recente, pois se trata de um tema químico que, se verdadeiro, teria enormes efeitos atualmente. É uma fonte secundária pois relata eventos que aconteceram antes da publicação do artigo.

Fonte: Autoria própria.

## 5 CONCLUSÕES

O abaixo-assinado foi executado com sucesso e cumpriu o objetivo inicial de angariar o máximo de assinaturas possível, inclusive de professores. Tal resultado demonstra como a questão da quimiofobia é presente no meio escolar e do magistério do ensino básico. A petição também serviu de estopim para a procura e estudo do artigo DHMO, die wässrige Gefahr, o qual foi estudado nesta monografia.

Através do levantamento bibliográfico foi possível identificar que o boato do DHMO está presente nos meios de comunicação desde o final da década de 80 e é amplamente conhecido na internet. Entretanto, constatou-se que existem poucos trabalhos acadêmicos que abordem o tema de forma aprofundada. Em contrapartida, devido a repercussão do abaixo-assinado feito por Nathan Zohner em meios de comunicação, foi criado por Glassman em 1997 o termo zohnerismo para se referir ao ato de usar informações verdadeiras, mas em um contexto distorcido, para levar pessoas leigas em assuntos científicos a conclusões errôneas.

O trabalho “DHMO, die wässrige Gefahr” pode ser identificado como um *hoax* e, segundo a própria edição da revista Chemie in Unserer Zeit, um comentário irônico. O que o trabalho traz poderia ser mais um argumento que endossa e é encontrado em *sites* com interesses de fazer pegadinhas ao público mais desatento e sem conhecimento técnico. A questão mais problemática é do mesmo ser encontrado em base de dados nacionais e internacionais de trabalhos acadêmicos sérios e ter passado por um editor e revisor na revista Chemie In Unserer Zeit, sem ao menos deixar claro que se trata de uma publicação sarcástica. A revista se comprometeu a considerar a rotulação do artigo como um comentário irônico em resposta ao nosso questionamento.

Nessa perspectiva, é preciso destacar que a escola precisa desenvolver um papel importante em propor métodos de avaliação de informações. A metodologia ABCD pode ser incluída, em que já há um foco em boatos como o do DHMO e outros similares. Mesmo sendo direcionada para o ensino básico, através da metodologia ABCD, também é possível identificar o artigo “DHMO, die wässrige Gefahr” como passível de desinformação. Contudo, se faz necessário que os professores se atentem para esse tipo de ação e busquem o aperfeiçoamento das metodologias para a alta dinâmica de troca de informações nos dias atuais.

## REFERÊNCIAS

- ALECRIM, E. **Hoax: os perigos dos boatos na internet**. Disponível em: <<https://www.infowester.com/hoax.php>>.
- April Fool's Day**. Disponível em: <[https://web.archive.org/web/20010418103649/http://www.museumofhoaxes.com/af\\_1983.html](https://web.archive.org/web/20010418103649/http://www.museumofhoaxes.com/af_1983.html)>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- CARDER, L.; WILLINGHAM, P.; BIBB, D. Case-based, problem-based learning information literacy for the real world. **Research Strategies**, v. 18, n. 3, p. 181–190, 2001.
- CHEMVIEWWS. **70th Birthday: Klaus Roth**. Disponível em: <[https://www.chemistryviews.org/details/ezone/7421391/70th\\_Birthday\\_Klaus\\_Roth/](https://www.chemistryviews.org/details/ezone/7421391/70th_Birthday_Klaus_Roth/)>. Acesso em: 18 set. 2022.
- CRAVEN, B.; MARLOW, M. L. Economic effects of smoking bans on restaurants and pubs. **Economic affairs**, v. 28, n. 4, p. 57–61, 2008.
- GLASSMAN, J. K. Dihydrogen Monoxide: Unrecognized Killer. 21 out. 1997.
- GOLDBERG, VON A. F. G.; ROTH, K.; CHEMJOBBER, C. J. Ein umfassender überblick Chemiefreie Haushaltsprodukte. **Chemie in Unserer Zeit**, v. 50, n. 2, p. 144–145, 2016.
- HALFORD, B. Danger! H in H<sub>2</sub>O, Organic Dry Cleaning, Nano's Journalists. **Chemical & Engineering News**, 2006.
- JACKSON, C. **Ban Dihydrogen Monoxide!** Disponível em: <[http://web.archive.org/web/19961031232918/http://media.circus.com/~no\\_dhmo/](http://web.archive.org/web/19961031232918/http://media.circus.com/~no_dhmo/)>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- JOURNAL, S. **Chemie in Unserer Zeit Impact Factor & Key Scientometrics**. Disponível em: <<https://www.scijournal.org/impact-factor-of-chem-unserer-zeit.shtml>>. Acesso em: 18 set. 2022.
- KRUEGER, S. Evaluating Information with ABCD ( Authority , Bias , Coverage , and Date ). **School Library Monthly**, v. 30, n. 1, 2013.
- KRUSZELNICKI, K. S. W. S. K. M. **Mysterious Killer Chemical**. Disponível em: <<https://www.abc.net.au/science/articles/2006/05/17/1631494.htm?site=science/greatmoment+sinscience>>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- LECHNER, E. **Warning! Dangerous Contamination!** Disponível em: <<https://groups.google.com/g/rec.humor.funny/c/P5haBpoqGdg>>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- MAIL, O. **MP tries to ban water**. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/nz/mp-tries-to-ban-water/XM4GJ7XG3WC4ANBIFP2IVFNANE/?c\\_id=1&objectid=10463579](https://www.nzherald.co.nz/nz/mp-tries-to-ban-water/XM4GJ7XG3WC4ANBIFP2IVFNANE/?c_id=1&objectid=10463579)>. Acesso em: 16 dez. 2021.
- ROLLINI, R.; FALCIOLA, L.; TORTORELLA, S. Chemophobia: A systematic review. **Tetrahedron**, v. 113, 2022.
- ROTH, K. DHMO, the watery hazard: Dihydrogen monoxide in the environment. **Chemie in Unserer Zeit**, v. 51, n. 2, p. 133–137, 2017.
- \_\_\_\_\_. **Klaus Roth persönliches**. Disponível em: <<http://klausroth.de/persönliches.html>>.

Acesso em: 18 set. 2022.

SCOOP. **Greens Support Ban On Water!** Disponível em: <<https://www.scoop.co.nz/stories/PA0110/S00440.htm>>. Acesso em: 16 dez. 2021.

STOUT, T. R. The testimony of DHMO. **Creation Matters**, v. 18, n. 3, p. 5, 2013.

TYSON, N. DEGRASSE; GOLDSMITH, D. Procurando por vida no sistema solar. *In: Origens: Catorze bilhões de anos de evolução cósmica*. 1. ed. São Paulo: Planeta, 2015. p. 281–282.

ZEIT, C. I. U. **Produktinformationen**. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/15213781/homepage/productinformation.html>>