

O Ensino de Química e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: um estudo das produções do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais

Ariane B. Lourenço, Gérsica M. N. da Silva, Aldrei Jesus G. Batista, Karen Cristina P. Musetti, Paula P. P. de Carvalho, Vinicius P. Dictoro, Tadeu Fabricio Malheiros

Um tema dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de grande importância à sociedade é a água. Para promover discussões sobre a mesma e a conscientização de seu uso, a educação configura-se como uma aliada importante, bem como o ensino de química, por fornecer conhecimentos científicos a tal empreitada. Dado esse quadro, objetivamos investigar como o tema água vem sendo discutido no contexto do ensino da química em dissertações produzidas pelo Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB). Foram analisadas dissertações defendidas de 2018 a 2020, com esse perfil, sendo sete no total. Os resultados da investigação revelaram que conceitos de química foram abordados no contexto da temática água e a partir de distintas estratégias de ensino, como jogo, visita de campo, experimentos, etc., para trabalhar com o tema água, e esse processo apresentou desdobramentos direcionados ao desenvolvimento sustentável. As ações desenvolvidas têm aderência com sete ODS, contribuindo para dez metas da Agenda 2030.

► água, ensino de química, formação de professores, desenvolvimento sustentável ◀

Recebido em 25/11/2021, aceito em 29/03/2022



194

O mundo vem sofrendo grandes transformações, algumas das quais são nocivas ao ambiente e à população, como o desmatamento, a poluição e as mudanças do clima. Além disso, a sociedade tem mantido elementos de desigualdade social, seja no que concerne à distribuição de renda, ao acesso aos recursos hídricos, aos alimentos e outros itens cruciais para se viver com dignidade (ONU, 2015). Esse quadro expõe a necessidade de que os diferentes setores da sociedade reflitam e atuem no combate a essas transformações e suas consequências. Com esse propósito, a Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou em 2015 a Agenda 2030, que compreende

[...] um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade. Também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. Reconhecemos que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015, p. 1).

Como parte da Agenda 2030, são apresentados dezessete

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com 169 metas, os quais foram direcionados a promover, no prazo de quinze anos desde sua assinatura, o desenvolvimento sustentável no planeta, em sua totalidade, ou seja, incluindo todos os países (ONU, 2015). No caminho para alcançar as metas dos ODS, a Educação configura-se como uma aliada importante na divulgação e implementação de ações que venham a colaborar de maneira regional e mundial para o seu atendimento.

Tal movimento pode e deve ser realizado em todos os níveis de ensino, envolver distintas áreas do conhecimento, como é o caso da química, e abordar diferentes temas abarcados nos ODS, dentre os quais destaca-se a água.

A temática água configura-se na base do desenvolvimento sustentável abrangendo suas três dimensões - ambiental, econômica e social. O acesso à água age diretamente na diminuição da pobreza, no crescimento econômico, no desenvolvimento da vida no planeta, na influência na economia global, entre outros elementos (ONU, 2015). No contexto dos ODS, dentre os dezessete objetivos projetados, dois estão diretamente relacionados à água, o ODS 6 e o ODS 14. O ODS 6, *Água potável e Saneamento*, visa, em especial,



garantir o acesso a medidas de saneamento e higiene adequados; reduzir a poluição e aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores; implementar a gestão integrada dos recursos hídricos, proteger e restaurar ecossistemas relacionados à água, entre outras metas (ONU, 2015). Já o ODS 14, *Vida na Água*, objetiva, em especial, o uso e conservação dos oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável, contribuindo para a construção de um planeta capaz de proteger e restaurar esses ecossistemas (ONU, 2015).

Dada a importância desse recurso natural, a água, para a sociedade, é inexorável sua abordagem em contexto de sala de aula, movimento que pode ser observado na literatura da área. Trazendo como exemplo três desses trabalhos tem-se o de Sales *et al.* (2018), Ventapane e Santos (2021) e Oliveira *et al.* (2021). Sales *et al.* (2018) apresentam um projeto de extensão envolvendo temas referentes a ODS, em que alunos universitários e do Ensino Médio participaram de formações. A referida formação permitiu a criação de oficinas que foram implementadas na Semana do Meio Ambiente no Espaço Ciência/PE a alunos da Educação Infantil ao Ensino Médio (EM). As oficinas tinham um perfil de serem práticas, acessíveis e atrativas, sendo que uma delas foi intitulada “Água e Saneamento - Resíduos sólidos e coleta de esgoto: o que eu tenho a ver com isso?” e buscou, dentre outros aspectos, promover a reflexão dos alunos sobre a importância da água e os efeitos da poluição para os seres vivos. Os autores apresentam, entre suas considerações, que as oficinas configuraram-se em um meio de abordar os ODS de forma inovadora, em que alunos do EM e universitários foram multiplicadores do conhecimento.

Ventapane e Santos (2021) apresentam um experimento dentro dos princípios da Química Verde (QV), de baixo custo e fácil aquisição, e que objetiva revelar de maneira qualitativa a presença de ferro em água. O referido experimento foi utilizado no contexto de uma oficina pedagógica a estudantes e professores do EM, em que diferentes conteúdos do tema sustentabilidade foram abordados, com especial atenção para os referentes ao ODS 6. As autoras trazem como conclusão que,

A partir de reagentes comerciais e baseando-se em princípios da QV, foi possível obter uma fonte de íons Fe^{+3} , bem como um reagente para a detecção de íons Fe^{+3} em água, que podem ser utilizados em experimentos didáticos contextualizados às questões sócio-ambientais e aos ODS 6 e 14 (Ventapane e Santos, 2021, p. 204).

Oliveira *et al.* (2021) desenvolveram um conjunto de atividades pautadas em tarefas cotidianas para promover o

letramento científico de alunos do Ensino Fundamental (EF) no contexto de aulas remotas. As atividades tinham em sua essência o potencial de usar a residência dos alunos como ambiente de aprendizagem científica, envolver os pais no processo de aprendizagem e contemplar os ODS. Em especial, as atividades focadas ao ODS 6 envolviam: questões de estudo, experimento com materiais de baixo custo, registros por meio de fotografias, entre outros; e trouxeram à baila elementos que favoreceram reflexões dos alunos sobre o uso de água e seu consumo consciente.

Dado o exposto, neste trabalho direcionamos o olhar para investigar como a temática água vem sendo discutida no contexto do ensino de química. Para isso, realizamos uma pesquisa do tipo estado do conhecimento em dissertações produzidas no bojo do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB). A escolha desse contexto de pesquisa se justifica pelo fato do referido Programa ser destinado a profissionais da área de educação que desenvolvem seus trabalhos de mestrado direcionados ao desenvolvimento sustentável.

[...] neste trabalho direcionamos o olhar para investigar como a temática água vem sendo discutida no contexto de ensino de química. Para isso, realizamos uma pesquisa do tipo estado do conhecimento em dissertações produzidas no bojo do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (PROFCIAMB).

O PROFCIAMB

O PROFCIAMB é um mestrado profissional (*stricto sensu*) em rede, criado em 2016 com o objetivo de promover a formação continuada de professores da Educação Básica e demais profissionais que atuam em espaços educativos, visando habilitá-los a discutir, desenvolver e implementar ações direcionadas ao desenvolvimento sustentável (Malheiros *et al.*, 2020).

O Programa conta com a participação de nove Instituições de Ensino Superior públicas do território brasileiro, a saber: Universidade Federal do Amazonas (UFAM); Universidade Federal do Pará (UFPA); Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal de Sergipe (UFS); Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS); Universidade de Brasília (UnB); Universidade de São Paulo (USP); Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Universidade Estadual de Maringá (UEM), e conta com o suporte financeiro da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Por se tratar de um Programa interdisciplinar, o PROFCIAMB é constituído por um corpo docente de profissionais de diferentes formações, como licenciaturas e bacharelados, e procedentes de distintas áreas do conhecimento. Essa diversidade também é observada entre os discentes do Programa. As pesquisas desenvolvidas no âmbito do PROFCIAMB, em geral, têm caráter aplicado, são alinhadas à Agenda 2030 e pautadas pelos ODS.

Para receber o título de mestre em Ensino das Ciências Ambientais, o mestrando deve, obrigatoriamente, cumprir créditos em disciplinas, produzir uma dissertação e um Produto Técnico e Tecnológico (PTT). Quanto às disciplinas, a nomeada Gestão Ambiental, de caráter obrigatório, envolve de maneira direta os ODS da Agenda 2030, além de outras disciplinas que perpassam seus conceitos. O PTT pode ser executado no contexto, tempo e espaço amostral do aluno, bem como em áreas de vulnerabilidade socioambiental, com o objetivo de auxiliar outros profissionais da área a mitigarem os impactos negativos ao meio ambiente (Malheiros *et al.*, 2020).

As produções provenientes do PROFCIAMB têm impactado positivamente as instituições associadas e as comunidades adjacentes, tanto no sentido prático da gestão do saneamento e na redução de pegadas ecológicas, quanto na produção de documentos subsidiários de normativas governamentais e na formação de consciência ecológica (Malheiros *et al.*, 2020). Das produções do Programa, a maioria é construída em interface com a temática água, fortalecendo a abordagem interdisciplinar e o alinhamento aos ODS, em especial o ODS 4 (Educação de Qualidade), o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e o ODS 14 (Vida na Água). São as dissertações com esse perfil que usamos neste artigo para investigar de que maneira os ODS relacionados à temática água vêm sendo trabalhados no contexto do ensino de química.

Metodologia

Para o desenvolvimento do presente trabalho fez-se uso da pesquisa do tipo estado do conhecimento, a qual busca identificar as características de investigações desenvolvidas sobre um determinado tema, sua evolução, seus avanços e suas lacunas, entre outros aspectos (Wuo, 2019; Romanowski e Ens, 2006). As pesquisas dessa natureza, diferentemente das do tipo estado da arte, que abrangem “a produção acadêmica de uma determinada área nos diferentes setores do conhecimento – artigos científicos em periódicos, eventos, teses e dissertações” (Wuo, 2019, p. 213), focam apenas em um setor das publicações (Romanowski e Ens, 2006); no caso deste trabalho, em dissertações oriundas do PROFCIAMB.

Nesse contexto, foram analisadas as dissertações defendidas no referido Programa nos anos de 2018, 2019 e 2020 que abordavam a temática água no contexto do ensino de química. Para a seleção do material de análise, a primeira ação realizada foi identificar, entre as 232 dissertações defendidas no Programa, quais continham em seus títulos ou palavras-chave o descritor *química*. Para esse processo, acessamos o texto original de cada uma das produções e

inserimos na ferramenta de busca o referido descritor, sendo identificadas sete dissertações. Após essa etapa, analisamos as dissertações que envolviam a temática água, e observamos que todas que tinham o descritor *química* também envolviam o tema água. As dissertações foram nomeadas seguindo o padrão de serem referenciadas pela letra D seguida de um número para diferenciá-las, formando D1, D2, D3 e assim sucessivamente.

Para cada uma das sete dissertações, preencheu-se uma planilha com as seguintes informações: a) dados gerais (título, mestrando, orientador, associada e ano de defesa) e b) frequência em que o termo química foi mencionado no texto. Feita a referida análise, três autores deste trabalho procederam à leitura e lançaram mão do método de análise de conteúdo (Moraes, 1999) para trazerem respostas ao questionamento de que maneira os ODS relacionados à temática água vêm sendo trabalhados no contexto do ensino de química nas produções do PROFCIAMB. A análise de conteúdo deu-se seguindo as etapas de: preparação das informações por meio da leitura das dissertações; criação de unidades de análise (UA); categorização e agrupamento das UA; descrição de cada categoria formada; e interpretação das categorias, sempre que possível lançando mão de referenciais da literatura da área (Moraes, 1999). Nesse processo, as UA foram criadas a partir da seleção de trechos das dissertações que traziam elementos de respostas para entender os seguintes aspectos abordados no trabalho: conteúdo de química, conteúdo de água, estratégia de ensino, produto técnico e tecnológico e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Cada um desses elementos tornou-se uma categoria em que se agrupou as UA que a ela pertenciam.

Esclarece-se que, de forma a inferir as contribuições das dissertações para os ODS, foram aplicados na ferramenta de busca os descritores ODS, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 2030, sendo que nenhuma referência foi identificada. Em um segundo momento, em caráter qualitativo, investigou-se as principais ações desenvolvidas no ensino de química e seus dobramentos, analisados à luz dos ODS, incluindo suas metas e possíveis indicadores relacionados.

Resultados e discussão

Os resultados estão apresentados em três frentes. Na primeira mostra-se o perfil das dissertações; na segunda estão demonstrados e discutidos os aspectos que trazem entendimento sobre

como o ensino de química foi contextualizado na temática água; e na terceira frente trazemos uma discussão da relação das ações desenvolvidas nos trabalhos com os ODS da Agenda 2030.

[...] foram analisadas as dissertações defendidas no referido Programa nos anos de 2018, 2019 e 2020 que abordavam a temática água no contexto do ensino de química. Para a seleção do material de análise, a primeira ação realizada foi identificar, entre as 232 dissertações defendidas no Programa, quais continham em seus títulos ou palavras-chave o descritor química.

Perfil das dissertações

Quanto à distribuição ao longo do tempo das dissertações direcionadas ao ensino de química que abordam a temática água (Quadro 1), verifica-se que em todos os anos houve publicações dessa natureza, sendo no ano de 2020 a defesa de maior número de dissertações com esse perfil, quatro no total. Com relação à distribuição dos trabalhos de acordo com a origem das instituições tem-se que, das cinco regiões do país, quatro foram contempladas, sendo: Norte, Nordeste, Sul e Sudeste. Destaca-se que o PROFCIAMB possui nove associadas distribuídas em todas as regiões do país, das quais cinco possuíam trabalhos envolvendo o ensino de química e a temática água.

A temática água no contexto do ensino de química

No Quadro 2 estão compiladas informações fundamentais para trazer elementos para o entendimento de como o ensino de química foi contextualizado na temática água. Ressalta-se que, em algumas das dissertações analisadas, havia outros aspectos relacionados à Educação Ambiental; no entanto, para este artigo, fez-se um recorte no tocante às ações direcionadas ao ensino da química com o tema água, que trazem respostas ao nosso questionamento de pesquisa.

No que concerne aos conteúdos de química abordados nas dissertações (Quadro 2), tem-se que o de maior ocorrência foi o potencial hidrogeniônico (pH), presente em cinco das sete dissertações analisadas, seguido do conceito de ácidos e bases, abordado em três dissertações. Os referidos conceitos foram, em geral, associados à análise da qualidade da água, seja para verificar a sua viabilidade ao consumo,

seja para analisar a chuva ácida. Também foram abordados conceitos relacionados à gestão de recursos hídricos, como disponibilidade da água, usos múltiplos, saneamento básico e a importância da água para a vida. Ao considerar o público a que esses conceitos foram dirigidos, observa-se que variou de estudantes da Educação Básica, Ensino Superior a Comunidade de Assentamentos. De igual diversificação foram os produtos gerados, envolvendo sequências didáticas, manuais, história em quadrinhos, caderno pedagógico e aplicativo de celular.

No que tange às ações realizadas nos trabalhos, observa-se que todos envolveram a química com temas relacionados à sociedade. Nesse processo, D1, D2, D3 e D4 realizaram coleta de dados de amostras de água (rios, chuva, ou residências/instituições escolares) e, lançando mão de parâmetros químicos, analisaram a qualidade da água. A D5 parte de uma visita de campo em um espaço não formal de educação para promover o ensino de química; a D6, a partir do tema chuva ácida, criou e desenvolveu atividades com história em quadrinhos; e a D7, usando um experimento de baixo custo, discutiu a contaminação dos solos e das águas subterrâneas. Na sequência, apresentamos um resumo das ações desenvolvidas em cada um desses trabalhos.

A D1 realizou aula prática de campo, na qual licenciandos coletaram amostras de água de rios, e também informações do ambiente de coleta, como temperatura do ar, temperatura da água e oxigênio dissolvido. Em posse das amostras de água, atividades na universidade foram realizadas para proceder a análise de parâmetros físicos e químicos (pH, condutividade elétrica, turbidez e sólidos

Quadro 1. Perfil das dissertações defendidas no PROFCIAMB e que envolvem a temática água no contexto do ensino de química.

Dissertação	Ano defesa	Título	Autor	Associada
D1	2018	A água como eixo articulador da aprendizagem dos conteúdos de química, física e biologia no contexto das ciências ambientais	Carlos Augusto dos Santos Faias Junior	UFPR
D2	2018	Ações de educação ambiental na sensibilização da qualidade da água para consumo humano no assentamento Palmares, no município de Araguaínas, Tocantins	Lílian Natália Ferreira de Lima	UFPA
D3	2019	O extrato de açaí como indicador ácido-base: um manual didático para experimentos com água de chuva no ensino da química	Adriana Costa Macedo	UFPA
D4	2020	Pedagogia da alternância e ensino de química na EFAL em Japoatã/SE: desafios e possibilidades no estudo da água como fonte de vida	Sergio Cardoso Borges	UFS
D5	2020	Contextualização e prática: subsídios à aprendizagem de Química a partir de aulas de campo	Luciano Redondo Mendes de Almeida	USP
D6	2020	Temas transversais da química ambiental e história em quadrinhos como ferramentas pedagógicas para o ensino de ácidos e bases	Erivan Sousa Cruz	UFPA
D7	2020	Sequência Didática para Ensino de Ciências Ambientais utilizando a infiltração em solo como Tema Norteador	Bruno Marcelo Lardião de Souza	UFPE

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Quadro 2. Compilação de informações das dissertações do PROFCIAMB sobre a discussão da temática água no contexto do ensino de química.

Dissertação	Público	Conteúdo Química	Conteúdo água	Estratégia de ensino	Produto Técnico e Tecnológico
D1	Licenciandos do curso de licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza	pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez e sólidos totais	Qualidade da água, disponibilidade hídrica, usos múltiplos da água, biomonitoramento, preservação da água	Visita de campo e atividade experimental	Caderno pedagógico
D2	Comunidade de Assentamento do município de Araguatins (Tocantins)	pH, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido, dureza, alcalinidade, turbidez, níveis de nitrato, nitrito, cálcio, magnésio e sólidos totais dissolvidos	Qualidade da água, indicação de aspectos legais da gestão de recursos hídricos, saneamento básico, água subterrânea	Visita de campo e atividade experimental	Manual didático
D3	Alunos Ensino Médio	pH, ácido e base, chuva ácida	Qualidade da água e chuva ácida	Atividade experimental	Sequência Didática
D4	Alunos do Curso Técnico Profissionalizante em Agropecuária da Escola Família Agrícola de Ladeirinhas "A"	Análise qualitativa de Cloro Livre e de pH	Qualidade da água, importância da água como fonte de vida	Visita de campo e atividade experimental	Aplicativo de celular de monitoramento
D5	Alunos Ensino Médio	Transformação química e propriedades das substâncias	Água e seu consumo pela sociedade, água pura e água potável, parâmetros da qualidade da água, uso e preservação da água no mundo, fontes causadoras da poluição da água, tratamento de água e esgoto e reúso da água	Visita de campo	Cartilha de contextualização e prática para aulas de campo
D6	Licenciandos em Química	Química ambiental, ácidos e base, chuva ácida	Chuva ácida	Atividade lúdica	História em quadros
D7	Alunos Ensino Médio	Ácidos, bases, sais, óxidos, pH das soluções, filtração simples e solubilidade dos sais	Lençol freático, contaminação do Solo, infiltração no solo e Saneamento básico	Atividade experimental	Sequência didática

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

totais), usando-se para isso equipamentos laboratoriais específicos. Findada essa etapa, procedeu-se à elaboração de materiais e equipamentos alternativos à análise dos parâmetros, de maneira que fossem acessíveis de serem desenvolvidos em contexto das escolas da Educação Básica. Com esse propósito, para analisar o pH o trabalho propõe o uso de solução indicadora de repolho roxo, para a condutividade elétrica da água sugere-se a construção de um circuito elétrico caseiro a partir de uma lanterna de mão, e para a turbidez, o uso de tubos de ensaio ou de tubos plásticos.

A D2 procedeu a coleta de amostras de um poço aberto e um fechado de um assentamento e identificou, por meio de equipamentos apropriados, os seguintes parâmetros: pH; condutividade elétrica; temperatura; oxigênio dissolvido; dureza; alcalinidade; turbidez; presença e níveis de nitrato, nitrito, cálcio, magnésio e sólidos totais dissolvidos. Finalizadas as análises, os resultados do diagnóstico da qualidade da água consumida pelos moradores do assentamento foram compartilhados com a prefeitura local, e ações para a melhoria da qualidade da água foram construídas.

A D3 apresentou o processo de construção e uso de um *kit* experimental a partir do extrato de açaí, destinado à determinação do pH de amostras de água bem como de outros materiais. O *kit* foi criado com materiais de baixo custo e produtos naturais acessíveis aos alunos, como o açaí, o qual é de fácil aquisição no estado do Pará, onde a pesquisa foi desenvolvida. A partir do referido *kit* procedeu-se um conjunto de atividades com alunos do EM, em que analisaram o pH de amostras de água da chuva coletadas por eles, e de distintos materiais de uso doméstico (vinagre, suco de limão e detergente). Com essas ações foi possível discutir a temática água atrelada aos conceitos de ácidos e bases e indicadores naturais, de maneira a levar os alunos a estabelecerem relações entre os conceitos de química e o cotidiano, em especial o tema da chuva ácida e sua relação com a poluição atmosférica em áreas industriais ou urbanas.

A D4 realizou um conjunto de ações para apresentar/discutir o conteúdo de soluções aquosas relacionado ao tema qualidade da água aos alunos de uma escola que funciona no formato de pedagogia de alternância (PA) e matriculados em um Curso Técnico Profissionalizante em Agropecuária. Esclarece-se que em escolas com o perfil de PA ocorre alternância de tempos e espaços no processo de formação do estudante. Na D4 as ações envolveram atividades de sensibilização (rodas de conversa e teatro), discussões e elaboração de textos introdutórios sobre o tema, aulas teóricas, aulas práticas e oficinas. As oficinas envolveram a análise qualitativa de cloro livre na água e de pH. A partir das oficinas foi criado um *kit* de análises da qualidade da água, o qual foi utilizado para analisar a água para consumo domiciliar de alguns estudantes em diferentes comunidades. Um dos resultados desse processo foi a identificação de que em uma comunidade a água apresentava-se imprópria para o consumo, o que gerou uma mobilização de moradores junto aos órgãos responsáveis para melhorar a qualidade da água.

A D5 desenvolveu atividades de campo em uma fazenda-escola com alunos do EM que cursavam uma disciplina de química. Buscou-se com as atividades considerar o referido espaço como um laboratório em que os alunos pudessem refletir e aprender conceitos de química relacionados, em especial, à temática da água. Foi dado destaque aos seguintes conceitos: água e seu consumo pela sociedade; água pura e água potável; parâmetros da qualidade da água; uso e preservação da água no mundo; fontes causadoras da poluição da água; tratamento de água e esgoto; e reúso da água. O trabalho aponta que o uso de visita de campo favoreceu o ensino de química de maneira contextualizada, problematizadora e dialógica.

Na D6, licenciandos em química elaboraram história em quadrinhos (HQ) sobre os conceitos de ácidos e bases tendo a chuva ácida como tema transversal. A HQ foi elaborada em grupo pelos licenciandos, usando *softwares* específicos para

esse fim. Após a construção da HQ, uma série de atividades foi desenvolvida para avaliar a aceitabilidade e efetividade dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos abordados. O trabalho aponta que a HQ configurou-se como um material auxiliar ímpar na compreensão por parte dos licenciandos dos conceitos de ácidos e bases e sua relação com problemas ambientais, em especial do tema chuva ácida.

Na D7, ações de natureza teórica e prática foram desenvolvidas no sentido de discutir conceitos de química, física e biologia relacionados com a temática de águas subterrâneas, poluição, seus usos e conservação. Uma das ações foi a realização de um experimento com materiais de baixo custo para testar a capacidade de infiltração/retenção do solo, no qual se trabalhou conteúdos como filtração, diluição, solutos, solventes e concentrações de soluções, e se discutiu o processo de contaminação dos solos e das águas subterrâneas.

Observa-se que os trabalhos buscaram, por diferentes caminhos, discutir e ensinar a química de maneira contextualizada com a temática água, inclusive apresentando, em alguns casos, implicações diretas às comunidades. Esse movimento de ensinar a química de maneira contextualizada é apontado na literatura como um caminho que pode contribuir com a formação de cidadãos críticos. Costa, Martins e Silva apontam que “[...] contextualizar não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento e o cotidiano do aluno. Na verdade, deve-se utilizar o conteúdo de Química na perspectiva social, visando à formação do cidadão e o exercício de seu senso crítico” (Costa, Martins e Silva, 2017, p. 3).

Costa, Martins e Silva apontam que “[...] contextualizar não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento e o cotidiano do aluno. Na verdade, deve-se utilizar o conteúdo de Química na perspectiva social, visando à formação do cidadão e o exercício de seu senso crítico” (Costa, Martins e Silva, 2017, p. 3).

A contextualização, no que se refere ao ensino, pode ser realizada via diferentes ferramentas e estratégias, como observado nas dissertações analisadas, a saber: experimentos, visita de campo, história em quadrinhos e teatro. Esse potencial da diversidade dos referidos elementos é também apontado no trabalho de Raupp e Reppold (2020). As autoras analisaram trabalhos publicados na revista *Química Nova na Escola* no período de 2009-2019, com o intuito de investigar como a contextualização vem sendo desenvolvida no ensino de química e quais as temáticas abordadas.

Observou-se no trabalho de Raupp e Reppold (2020) que a contextualização pode ocorrer por meio da abordagem cotidiana, metodológica e socioambiental. A abordagem cotidiana é caracterizada como o momento em que o professor explica um conceito de química e faz uso de um exemplo do cotidiano do aluno. Nesse processo são apresentadas “situações do cotidiano exemplificando de forma pontual a relação do conteúdo químico com o cotidiano, sem propiciar uma reflexão social, econômica e/ou cultural mais ampla” (Raupp e Reppold, 2020, p. 17326).

A abordagem metodológica configura-se quando as atividades pedagógicas são iniciadas por meio de situações do cotidiano para colaborar no processo de ensino-aprendizagem

Um dos resultados desse processo foi a identificação de que em uma comunidade a água apresentava-se imprópria para o consumo, o que gerou uma mobilização de moradores junto aos órgãos responsáveis para melhorar a qualidade da água.

de conceitos de química. Como exemplo, as autoras citam um artigo que “desenvolve a abordagem metodológica ao propor aplicação de atividades investigativas em aulas teóricas de química na qual os alunos foram requeridos a levantar hipóteses sobre porque o cheiro de algo pode ser sentido a longas distâncias mesmo na ausência de vento” (Raupp e Reppold, 2020, p. 17326). Já na abordagem socioambiental há uma contextualização pautada em ensino de química direcionado ao desenvolvimento do cidadão crítico, por meio de debates críticos relacionados, por exemplo, a química verde, a elementos da ciência, tecnologia e sociedade, entre outros aspectos. Quanto aos resultados da pesquisa relacionados às ocorrências das temáticas, observou-se que a de maior frequência foi a ambiental, envolvendo assuntos como qualidade do ar, qualidade da água, aquecimento global, entre outros (Raupp e Reppold, 2020).

Pesquisando na literatura é possível encontrar outros trabalhos que trazem considerações sobre a contextualização da temática água para o desenvolver do ensino de química. É o caso de Quadros (2004), em que se apontam algumas possibilidades para essa relação, como a discussão do tema água doce, com a qual se abordam

[...] *problemas de salinização do solo, que já são bastante conhecidos em regiões que usam, de forma mais sistemática, a tecnologia de irrigação do solo. Além disso, esses íons todos, presentes tanto na água doce quanto na água salgada, exigem conceitos de solubilidade. A discussão sobre extração de sal do mar levará ao estudo das ligações iônicas* (Quadros, 2004, p. 29).

Ensino de química para o Desenvolvimento Sustentável

Como mencionado no item metodologia, nenhuma citação aos ODS foi observada nas dissertações. Assim, nesta

seção as relações discutidas dos ODS com as atividades realizadas e os desdobramentos para o ensino de química para o desenvolvimento sustentável com a temática água são decorrentes da interpretação de autores deste trabalho. Foram identificados, nas dissertações analisadas, sete ODS dentre os dezessete preconizados na Agenda 2030.

Observa-se, na Figura 1, que o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) esteve presente em todas as dissertações (sete no total), seguido do ODS 4 (Educação de Qualidade), também em sete dissertações, dos ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), em três dissertações, e os ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), em apenas uma dissertação cada.

O ODS 6 foi observado em todas as sete dissertações, quando da mobilização de metas como: 6.3 (Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente), 6.5 (Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado) e 6.6.b (Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento).

As metas foram refletidas em atividades, por exemplo, de avaliação da qualidade da água, por meio de análises físico-químicas. Na D2, foram observadas alterações em alguns parâmetros, como salinidade e pH, com concentrações fora das recomendações para o consumo humano, resultando na execução sistemática de ações para promover o diálogo entre a Secretaria Municipal de Saúde de Araguatins/TO e a população do assentamento Palmares, para a sensibilização

[...] *nesta seção as relações discutidas dos ODS com as atividades realizadas e os desdobramentos para o ensino de química para o desenvolvimento sustentável com a temática água são decorrentes da interpretação de autores deste trabalho. Foram identificados, nas dissertações analisadas, sete ODS dentre os dezessete preconizados na Agenda 2030.*



Figura 1: Relações entre os ODS e as dissertações desenvolvidas envolvendo o ensino de química e a temática água. Fonte: Elaboração dos autores (2021). Fonte ícones: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

de preservação dos recursos hídricos e otimização do tratamento da água utilizada para consumo humano, refletindo em contribuições do indicador 6.5.1, que envolve o grau de implementação da gestão integrada de recursos hídricos.

Quanto ao ODS 4, por meio do desenvolvimento de produtos pedagógicos e outras ações nas dissertações, foi possível identificar, por exemplo, a meta 4.7 (*Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável*). Exemplo dessa meta encontra-se na D1, que desenvolveu um caderno pedagógico, cujo objetivo foi auxiliar professores da área de ciências a abordar questões ambientais relevantes para a sustentabilidade, integrando conteúdos de química, física e biologia a partir do eixo articulado da temática qualidade da água.

O ODS 12 foi observado mais fortemente na realização de atividades práticas de química, tanto em campo, como em laboratório, como observado em D1, D2 e D7, atingindo a meta 12.4 (*Alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionalmente acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente*). A D1, por exemplo, abordou os parâmetros físico-químicos e enquadramento de corpos d'água, com relação a conteúdos de química, de forma contextualizada aos processos e alterações ambientais ocasionadas pela ação antrópica e que refletem nos resultados obtidos. Além disso, trouxe importante relação do uso e ocupação do solo associado ao manejo de produtos químicos e resíduos de forma adequada, assuntos bem trabalhados no ensino da química e que reforçam a preocupação da gestão dos resíduos, sejam eles, gasosos, líquidos ou sólidos, para garantia da qualidade ambiental e dos sistemas produtivos.

O ODS 13 foi observado nas dissertações D3, D5 e D6, para a meta 13.3 (*Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança do clima*). Na D5, a meta foi refletida nos conteúdos de transformação química e de propriedades das substâncias, associados à chuva ácida, abordando elementos das ações antrópicas na formação crítica e ativa dos cidadãos. Considerando a necessidade de discutir o tema das mudanças climáticas, avaliando o atendimento de metas do ODS 13, o *V Relatório Luz* (GT AGENDA 2030, 2021) atribui ao Brasil, em 2021, a condição do indicador “em retrocesso acelerado”, reforçando a relevância da formação cidadã, e que o “[...] debate da mudança do clima por meio da Educação Ambiental é essencial tanto para combater o negacionismo à ciência, quanto para fomentar habilidades e capacidades nas pessoas para a geração de soluções de

mitigação e adaptação” (GT AGENDA 2030, p. 80).

O ODS 2, observado apenas na D4, apresenta relação com a meta 2.4 (*Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo*), e envolve o público da Escola Família Agrícola de Ladeirinhas, contribuindo para desenvolver práticas agrícolas resilientes, sempre com apoio e capacitação técnica, consolidados na articulação e no fortalecimento dos atores locais. O ensino de química foi desenvolvido nas práticas pedagógicas com olhar para a qualidade da água e concentração de contaminantes, abordando conteúdos de classificação de misturas, soluções aquosas e conceito de concentração comum.

No ODS 3, o cuidado no manejo do solo e da água também apresentou contribuição prática nas condições no saneamento básico ofertado à população, como observado na D2, na qual houve mobilização das metas 3.3 (*Até 2030, acabar com doenças transmitidas pela água*), e 3.9 (*Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças*

por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo), resultando no desenvolvimento de cartilha que tratou dos padrões para produtos químicos que apresentam risco à saúde, reverberando no indicador 3.9.2 - Taxa de mortalidade atribuída a fontes de água inseguras,

saneamento inseguro e falta de higiene, garantindo acesso à água em quantidade e qualidade necessária. Analisando a implementação dos ODS no Brasil, o *V Relatório Luz*, ao avaliar a meta 3.9, apontou que manteve-se em retrocesso em relação aos anos anteriores, em razão do aumento da pobreza – que dificulta acesso a água potável, saneamento e condições de higiene (GT AGENDA 2030, 2021).

Por fim, o ODS 11, observado apenas na dissertação D5, apresenta mobilização da meta 11.4 (*Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo*), pelas atividades apresentadas na cartilha desenvolvida para favorecer a aprendizagem de química por meio de visitas ao espaço de ensino não formal, o Sítio São João, compreendido como “laboratório” e espaço de conservação ambiental. A problematização local, considerando o polo industrial da região, também fortalece o ODS 11 na construção do conhecimento e na resolução de situações-problema.

Considerações finais

As dissertações analisadas revelaram resultados significativos ao procederem a um ensino de química contextualizado com a temática água, envolvendo, em especial, aspectos

sobre a análise da qualidade da água, conceitos relacionados à gestão de recursos hídricos, disponibilidade da água, usos múltiplos e saneamento básico. Para esse processo foram adotadas diferentes estratégias de ensino, como atividades experimentais, atividades lúdicas, visita de campo e debates, implementadas tanto em contexto de educação formal quanto não formal e em comunidades de assentamentos.

No que concerne ao atendimento dos ODS, em linhas gerais, observou-se importantes reflexões por parte dos alunos e demais atores da sociedade quanto à contribuição do ensino de química para o desenvolvimento sustentável. Também foram observados desdobramentos com implicações diretas para a comunidade, refletidos na observância de sete dentre os dezessete ODS, sendo: ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis).

Embora o escopo da nossa pesquisa seja reduzido quando consideramos o total de dissertações defendidas no PROFCIAMB – o que era esperado, visto que a referida rede é composta por educadores de diferentes áreas e não somente de química – os materiais analisados revelam um caminho positivo e promissor em se direcionar o ensino de química para o desenvolvimento sustentável. Esses materiais, para além de servir de base à discussão no contexto da Educação Básica, podem embasar discussões mais amplas sobre essa relação em cursos de formação de professores, tanto no contexto inicial como continuada. Por fim, ressalta-se que as ações desenvolvidas nas dissertações proporcionaram aos alunos processos de ensino e aprendizagem significativos, que resultaram, além da compreensão de conceitos químicos, em momentos reflexivos e de participação social, quanto ao desenvolvimento sustentável vinculado à temática água.

No que concerne ao atendimento dos ODS, em linhas gerais, observou-se importantes reflexões por parte dos alunos e demais atores da sociedade quanto à contribuição do ensino de química para o desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no âmbito do processo CAPES-UAB/ANA: 2803/2015; ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais; ao Programa Aprender na Comunidade da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo (USP) pelo Projeto Nexo - Alimento, Energia e Água no ensino interdisciplinar em cursos de graduação; e ao Programa Inclusão Social e Diversidade na USP e em Municípios de seus *Campi* da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da USP pelo Projeto “A USP na comunidade: desenvolvimento de sistemas integrados sobre alimento, água e energia em espaços educacionais”.

Ariane Baffa Lourenço (ariane.lourenco@usp.br), pós-doutoranda no Centro de Síntese USP Cidades Globais-Instituto de Estudos Avançados - Polo São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP - BR. **Gérsica Moraes Nogueira da Silva** (gersicamn@usp.br), pós-doutoranda no Centro de Síntese USP Cidades Globais-Instituto de Estudos Avançados - Polo São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP - BR. **Aldrei Jesus Galhardo Batista** (aldrei.galhardo@gmail.com), mestrado e doutorado em Educação, pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é assessora em Designer Instrucional para EaD no PROFCIAMB - Associada USP. São Carlos, SP - BR. **Karen Cristina Pinheiro Musetti** (karen.musetti@usp.br), mestranda no PROFCIAMB - Associada USP. São Carlos, SP - BR. **Paula Penedo Pontes de Carvalho** (ppp.carvalho@gmail.com), mestranda em Divulgação Científica e Cultural (Unicamp) e assessora de comunicação do PROFCIAMB - Associada USP. São Carlos, SP - BR. **Vinicius Perez Dictoro** (viniciusdictoro@usp.br), pós-doutorando no Centro de Síntese USP Cidades Globais - Instituto de Estudos Avançados - Polo São Carlos, da Universidade de São Paulo, bolsista do Edital PRCEU-USP 02/2021 - Inclusão social e diversidade na USP e em municípios de seus campi. São Carlos, SP - BR. **Tadeu Fabricio Malheiros** (tmalheiros@usp.br), docente na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP) e coordenador do PROFCIAMB - Associada USP. São Carlos, SP - BR.

Referências

COSTA, H. R.; MARTINS, L. S. P. e SILVA, A. L. P. Contextualização e experimentação na seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista *Química Nova na Escola*: uma análise de 2009-2015. *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1674-1.pdf>, acesso em out. 2021.

GT AGENDA 2030. *V Relatório Luz da Sociedade Civil Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável Brasil*. Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/relatorio-luz/relatorio-luz-2021/>, acesso em out. 2021.

MALHEIROS, T. F.; KASHIWAGI, H. M.; ORTÊNCIO

FILHO, H.; SILVA, J. G.; MARTINELLI FILHO, J. E.; CAVALCANTE, K. V. e SANTANA, O. A. Desafios e aprendizados do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais. *Revista NUPEM*, v. 12, n. 27, p. 300-318, 2020.

MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

OLIVEIRA, L.; BARROS, A.; LUNA, K. P. O. e NEVES, C. F. Aulas remotas e letramento científico: um relato de experiência. *Revista Interação*, v. 21, n. 1, p. 198-220, 2021.

ONU, AGENDA 2030. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, 2015. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>, acesso em set. 2021.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento

químico. *Química Nova na Escola*, v. 20, p. 26-31, 2004.

RAUPP, D. T. e REPPOLD, D. P. Ensino de química contextualizado: analisando as diferentes perspectivas dos artigos publicados na revista *Química Nova na Escola* de 2009- 2019. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p.17322-17332, 2020.

ROMANOWSKI, J. P. e ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. *Diálogo Educacional*, v. 6, n.19, p.37-50, 2006.

SALES, P. A.; SILVA, H. R. C.; RODRIGUES, A. A. B. e JANUÁRIO, C. A. B. Oficinas pedagógicas como ferramenta de ensino ao incentivo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. *Revista Vivências em Ensino de Ciências*, v. 2, n. 2, p. 158-167, 2018.

TORRALBO, D. e MARCONDES M. E. R. A “Água” como tema ambiental no ensino de Química: o que pensam os pesquisadores. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 22, p. 146-167, 2009.

VENTAPANE, A. L. S. e SANTOS, P. M. L. Aplicação de princípios de Química Verde em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 2, p. 201-205, 2021.

WUO, A. S. Educação de pessoas com transtorno do espectro do autismo: estado do conhecimento em teses e dissertações nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (2008-2016). *Saúde e Sociedade*, v. 28, n. 3, p. 210-223, 2019.

Abstract: *Chemistry education and the Sustainable Development Goals (SDG): a study of the theses of the National Network Professional Master's in Environmental Science Education.* A theme of the Sustainable Development Goals (SDGs) of great importance to society is water. To promote discussions about it and awareness of its use, education is configured as an important ally, as well as the chemistry education, by providing scientific knowledge to such an endeavor. Given this scenario, this study aimed to investigate how the theme of water has been discussed in the context of chemistry education in the theses produced by the National Network Professional Master's in Environmental Science Education. We analyzed 7 (seven) of the Master of Science theses defended between 2018-2020 within this profile. The results of the investigation demonstrated that chemistry concepts were approached using different teaching strategies, such as games, field trips, experiments, etc., in order to work on the water theme, and also that this process presented outcomes concerning sustainable development. The actions developed have interface with 7 SDGs, contributing to 10 targets of the 2030 Agenda.

Keywords: water, chemistry education, teacher training, sustainable development



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