

## ESTUDO SOBRE AS POSSIBILIDADES DO PENSAMENTO SISTÊMICO NO ENSINO DE QUÍMICA

THÉO LAHORGUE ROSCOFF<sup>1</sup>; FÁBIO ANDRÉ SANGIOGO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [qui.tlroscoff@outlook.com](mailto:qui.tlroscoff@outlook.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas) – [fabiosangiogo@gmail.com](mailto:fabiosangiogo@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O trabalho científico se modifica conforme o avançar das épocas e das reformulações no conhecimento científico, embora em seu ensino ainda persistam ideias tradicionais ligadas ao positivismo lógico e o formalismo matemático. Na ciência contemporânea, são estudados fenômenos cada vez mais complexos que exigem a mobilização de conceitos e teorias de distintas áreas de conhecimento, tornando cada vez mais comum a natureza interdisciplinar da atividade científica atual. Em vista disso, um modelo de ensino que prioriza o enfoque disciplinar, técnico e conceitual já não atende as demandas atuais e futuras de formação científica e cidadã, fazendo-se necessário repensar o ensino da ciência contemporânea (ORGILL; YORK; MACKELLAR, 2019; VASCONCELLOS, 2018).

A ciência contemporânea é caracterizada com três pressupostos básicos por VASCONCELLOS (2018) que a diferencia da ciência tradicional. Enquanto a ciência tradicional pressupõe a simplicidade, a estabilidade e a objetividade, a ciência novo-paradigmática pressupõe a complexidade (admissão das inter-relações entre distintos fenômenos de um sistema), a instabilidade (compreensão do mundo como sistema dinâmico de transformações) e a intersubjetividade (reconhecimento de que não existe uma realidade sem um observador). Estas características são definidas pela autora a partir da epistemologia de MORIN (2005), crítico da especialização excessiva e da objetividade científica, que defende uma maior interação entre diferentes sistematizações de conhecimentos para o estudo de sistemas e de fenômenos complexos. Sistema é entendido como um conjunto complexo de elementos em constante interação entre si, havendo fundamental coesão interna e circularidade de informações (VASCONCELLOS, 2018).

MORIN (2005) entende a ciência a partir da complexidade que emerge da rede de interações entre as partes de um sistema, conferindo-o características próprias que não existem em suas partes. Um exemplo disso seriam as características submicroscópicas dos átomos que, ao interagirem com outros átomos, resultam nas características macroscópicas da matéria, embora não se possa pensar na matéria apenas como um conjunto de átomos (VASCONCELLOS, 2018). Desse modo, ao se pensar o sistema matéria, mobilizamos os conceitos e teorias que explicam as propriedades e relações entre as partes e o todo.

Toda esta epistemologia da complexidade (ou teoria dos sistemas) embasa o pensamento sistêmico (ou *systems thinking* em inglês), a partir do qual são mobilizados conceitos e teorias de diferentes áreas de conhecimento, a fim de melhor compreender um tema/fenômeno em estudo (ORGILL; YORK; MACKELLAR, 2019; VASCONCELLOS, 2018). O pensamento sistêmico é entendido por VASCONCELLOS (2018) como uma epistemologia que implica na distinção/reconhecimento da complexidade e da autonomia como características dos sistemas da Natureza, além do auto-reconhecimento de se entender como parte do sistema em estudo. Através do pensamento sistêmico e da tessitura de

relações conceituais mais elaboradas e aprofundadas, tem-se grande interesse tanto na formação científica de profissionais da Química que pensem e pesquisem de forma holística, quanto na formação cidadã e no desenvolvimento do pensamento crítico (ORGILL; YORK; MACKELLAR, 2019).

Uma edição temática do periódico estadunidense *Journal of Chemical Education* (JChEd) publicada em 2019 destacou estudos da abordagem do pensamento sistêmico da Química, possibilitando um vislumbre das discussões até então realizadas nesta perspectiva. No contexto da Química, o pensamento sistêmico possibilita repensar a divisão intradisciplinar desta ciência (em analítica, orgânica, inorgânica e físico-química) em prol de uma visão holística com base nos fundamentos, conceitos e teorias químicas (ORGILL; YORK; MACKELLAR, 2019). Indo de encontro com esse reducionismo de especializações excessivas, o pensamento sistêmico pode estimular estudos e pesquisas mais elaboradas que considerem outros fatores, como sociais, políticos, éticos e ambientais.

Sendo esta abordagem uma nova possibilidade deste pensar e ensinar ciências de modo interdisciplinar, seu emprego na elaboração de propostas pedagógicas pode ser potencialmente vantajoso para superar obstáculos de aprendizagem (RODRIGUES; DE PAULA; SANGIOGO, 2023). Em vista disso, este trabalho tem como objetivo apresentar um recorte da primeira etapa de uma pesquisa de mestrado, realizada a partir de uma pesquisa exploratória acerca da abordagem do pensamento sistêmico no ensino de Química.

## 2. METODOLOGIA

Este texto é um recorte do referencial teórico de mestrado do primeiro autor, o qual versa sobre a promoção do pensamento químico com enfoque na inter-relação entre Matemática e Química, a partir da abordagem de temáticas inovadoras da ciência Química (ABIB et al., 2025). De modo a melhor compreender as nuances que caracterizam o pensamento químico empregado atualmente, investigamos a perspectiva do pensamento sistêmico como uma possibilidade para (re)pensar o ensino de Química no Ensino Superior, buscando superar e/ou amenizar obstáculos de aprendizado relacionados à inter-relação entre conhecimentos matemáticos e químicos.

O recorte aqui apresentado é caracterizado como uma pesquisa exploratória das implicações do pensamento sistêmico no ensino de Química, visto que buscamos nos aprofundar nesta temática de modo a melhor delimitar os rumos de nossos estudos futuros (GIL, 2025). Deste modo, buscaram-se artigos revisados por pares que abordam o pensamento sistêmico no ensino de Química através da Plataforma Periódicos CAPES com o uso das palavras-chave e operadores booleanos *systems thinking AND chemistry AND teaching*, para artigos publicados no período de 2020 a 2025, obtendo 125 resultados. Uma busca pelos termos em português "pensamento sistêmico" AND "química" também foi realizada, obtendo-se apenas dois artigos, o que indica um baixo emprego desta abordagem no contexto brasileiro do ensino de Química. Após a leitura dos títulos e resumos, artigos que apresentam as referidas palavras-chave sem utilizar do pensamento sistêmico como referencial para elaboração de propostas didáticas e/ou apresentam discussões mais amplas a respeito do ensino de Química foram descartados, resultando em 31 trabalhos.

Para este trabalho, há um destaque maior para três artigos, os quais contemplam estudos mais amplos como forma de apresentar a amplitude das discussões mais recentes envolvendo o pensamento sistêmico: ensino de

Química Verde e Sustentabilidade (MARQUES et al., 2020); formação de professores (LIANG et al., 2024); e interdisciplinaridade no ensino de Química (TALANQUER et al., 2020).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grande foco dos 31 trabalhos selecionados é em propostas didáticas voltadas ao Ensino Superior, isto é, para a formação de profissionais da Química perante as atuais demandas socioambientais. Apenas três trabalhos discorrem acerca do pensamento sistêmico associado ao contexto do ensino de Química no Ensino Básico.

Muitos dos 31 trabalhos utilizam a abordagem do pensamento sistêmico a fim de balizar propostas centradas na Química Verde, de modo a promover discussões em sala de aula acerca da sustentabilidade e dos impactos ambientais da indústria química. MARQUES et al. (2020) apresentam uma revisão dos artigos publicados até 2019 no periódico JChEd com o objetivo de compreender quais abordagens, metodologias e temas tem sido utilizados para fundamentar discussões sobre sustentabilidade no ensino de Química Verde. Os autores destacam o pensamento sistêmico como um referencial epistemológico importante para a pesquisa e o ensino em/de Química Verde, tendo em vista a compreensão de temas, como poluição e aquecimento global, na complexidade inerente aos sistemas naturais. Contudo, os estudos dessa área pouco têm utilizado dessa abordagem em razão de sua difícil implementação em práticas pedagógicas, tendo em vista seu caráter interdisciplinar, a rigidez da matriz curricular científica e da própria pesquisa em Química, ainda realizada majoritariamente com o viés positivista lógico (MARQUES et al., 2020).

Alguns trabalhos se utilizam do pensamento sistêmico para elaborar e analisar propostas curriculares e de ensino de Química conforme as demandas globais, a exemplo da pandemia de COVID-19 e suas consequências para todos os âmbitos das sociedades, especialmente o educacional (TALANQUER et al., 2020). TALANQUER et al. (2020) fundamentam-se na reformulação de ideias centrais do pensamento químico de modo a contemplar uma análise mais contextualizada e aprofundada do cenário complexo e incerto da pandemia. A abordagem sistêmica se fez presente na elaboração desta proposta curricular no sentido de promover discussões sociais, políticas e ambientais de cenários reais, assim como possibilitar a análise e explicação de propriedades e fatores relevantes de novos fenômenos, apesar de mais estudos acerca dessas possibilidades serem indicados pelos autores.

Outros trabalhos utilizaram do pensamento sistêmico como uma abordagem para o desenvolvimento de uma sequência didática sobre a temática do aquecimento global em um contexto de formação inicial de professores, como LIANG et al. (2024). A proposta é desenvolvida na perspectiva da aprendizagem baseada em projetos, na qual os estudantes foram separados em grupos para construir diagramas e modelos na perspectiva sistêmica a respeito dos processos dinâmicos de lagos salinos, como mudança de coloração e precipitação de sais. LIANG et al (2024) apontam que a proposta possibilitou com que os estudantes desenvolvessem habilidades relacionadas à responsabilidade ambiental e social, o trabalho em grupo e a modelagem de fenômenos complexos, embora discussões sobre políticas ambientais não tenham sido abrangidas.

Uma possível limitação da abordagem sistêmica é no nível epistemológico e sua consequente implicação no ensino: alguns trabalhos defendem o pensamento

sistêmico como uma complementação à visão reducionista de ciência (ORGILL; YORK; MACKELLAR, 2019), quer dizer, complementar a uma ciência neutra, objetiva, linear e salvacionista. Em nossa perspectiva, o ensino de Química deve romper com tal visão ao invés de complementá-la, tendo na interdisciplinaridade uma via para promover a reflexão das influências internas e externas à comunidade científica que distintas perspectivas possuem na análise de fenômenos, sempre admitidos em sua complexidade. Em vista disso, o pensamento sistêmico pode sim ser uma possibilidade para tais reflexões, desde que estas proponham uma necessária reformulação no modo de se aprender ciências e sobre ciências (PÉREZ et al., 2001).

#### 4. CONCLUSÕES

O pensamento sistêmico pode ser uma alternativa ao ensino tradicional, qualificando a formação de profissionais da Química, o que exige a mobilização e estudo de diferentes conceitos e teorias para a análise de um fenômeno químico, sempre admitido em sua complexidade. Por promover a interdisciplinaridade no ensino de ciências, essa perspectiva tem ganhado atenção no contexto internacional, sendo uma possibilidade para (re)pensar currículos e práticas pedagógicas no Ensino Superior em prol de uma formação científica e tecnológica mais ampla considerando a natureza interdisciplinar das pesquisas atualmente conduzidas, como as alinhadas à química de novos e reformulados materiais.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIB, P. B. et al. A Química de alto impacto e a inovação: quais pesquisas têm ganhado destaque? **Química Nova**, v. 48, n. 7, p. e-202550163, 1-16, 2025.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. 3<sup>a</sup> reimpr. São Paulo: Altas, 2025.
- LIANG, Y. et al. An Interdisciplinary Practical Project for Preservice Science Teachers: Visualizing Climate Change Based on Systems Thinking. **Journal of Chemical Education**, v. 101, n. 7, p. 2682–2692, 2024.
- MARQUES, C. A. et al. Green chemistry teaching for sustentability in papers published by the journal of chemical education. **Química Nova**, v. 43, n. 10, p. 1510-1521, 2020.
- MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- ORGILL, M.; YORK, S.; MACKELLAR, J. Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. **Journal of Chemical Education**, v. 96, p. 2720–2729, 2019.
- PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- RODRIGUES, T. D. S.; DE PAULA, C. B.; SANGIOGO, F. A. O Pensamento Sistêmico em Abordagens de Ensino de Química Geral do Ensino Superior. **Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química**, n. 42, p. 1-11, 2023.
- TALANQUER, V. et al. Lessons from a Pandemic: Educating for Complexity, Change, Uncertainty, Vulnerability, and Resilience. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 9, p. 2696–2700, 2020.
- VASCONCELLOS, M. J. E. D. **Pensamento sistêmico**: o novo paradigma da ciência. 11. ed. Campinas: Papirus, 2018.

**AGRADECIMENTO:** Ao apoio da CAPES, código de financiamento 001.