

UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE SOLUBILIDADE: "O CURIOSO CASO DO SAL QUE SUMIU"

A teaching proposal on solubility: "the curious case of the disappearing salt"

Daniéli Vitória Goetz Pauli [danielivgp03@gmail.com]

Judite Scherer Wenzel [juditescherer@uffs.edu.br]

Universidade Federal da Fronteira Sul

Campus Cerro Largo, Rio Grande do Sul, Brasil

Recebido em: 18/03/2025

Aceito em: 22/10/2025

Resumo

A proposta de Sequência Didática Interativa (SDI) tem como temática a solubilidade, com foco nos fenômenos de dissolução e dissociação, apresenta-se também fatores que influenciam a solubilidade (como a pressão, a temperatura e a agitação) e ainda, alguns aspectos relacionados a condutividade elétrica de algumas soluções. Há atenção para a linguagem específica da Química e para a necessária articulação dos níveis do conhecimento químico (macroscópico, representacional e submicroscópico) tendo em vista a importância da compreensão de um fenômeno para além do que pode ser observado a olho nu, mas em uma dimensão científica abstrata. A proposta tem como princípio a SDI que trabalha com a problematização, a investigação e constantes interpretações e reinterpretações do conhecimento, por meio do diálogo e da interação entre estudantes, professor e o conhecimento. Tendo em vista tais pressupostos propõem-se o uso do Estudo de Caso para a problematização inicial e a articulação entre a experimentação e o simulador *PhET Colorado* para tratar aspectos macroscópicos e submicroscópicos do fenômeno da solubilidade, com atenção para o uso específico da linguagem Química e suas representações como mediadoras do processo de aprendizagem. Em síntese a proposta prioriza a interação, o uso da linguagem Química como modo de potencializar a compreensão do fenômeno solubilidade contemplando os diferentes níveis do conhecimento tendo em vista qualificar o ensino e a aprendizagem em Química.

Palavras-chave: Interação; Linguagem Química; Níveis do conhecimento.

Abstract

This Interactive Didactic Sequence (IDS) proposal addresses solubility, focusing on dissolution and dissociation. These factors influence solubility (such as pressure, temperature, and stirring), and aspects related to the electrical conductivity of some solutions. The proposal emphasizes the specific language of Chemistry and the necessary articulation between the levels of chemical knowledge (macroscopic, representational, and submicroscopic), given the importance of understanding a phenomenon beyond what can be observed with the naked eye, within an abstract scientific dimension. The proposal is grounded on the principles of the IDS approach, which involves problematization, investigation, and continuous interpretation and reinterpretation of knowledge through dialogue and interaction among students, the teacher, and the content itself. Considering these principles, a Case Study is proposed for the initial problematization, along with the articulation between experimentation and the *PhET Colorado* simulator to address macroscopic and submicroscopic aspects of the solubility phenomenon, paying special attention to the specific use of chemical language and its representations as mediators of the learning process. In summary, the proposal prioritizes interaction and the use of chemical language to enhance understanding of the

solubility phenomenon, encompassing different levels of knowledge to improve the quality of Chemistry teaching and learning.

Keywords: Interaction; Chemical Language; Levels of Knowledge.

Introdução

A presente proposta didática atenta para o uso das representações da linguagem da Química para ensinar e aprender o conceito de solubilidade e os demais aspectos científicos que o norteiam. O conteúdo de solubilidade, por sua vez, traz consigo outros elementos que precisam ser compreendidos, como dissolução, dissociação, solvatação de íons e interações intermoleculares, entre outros. Desse modo, compreender o fenômeno da solubilidade para além do que é visível a olho nu exige do estudante a capacidade de estabelecer diferentes relações conceituais, o que requer um alto grau de generalização. Em outras palavras, demanda a articulação e a sistematização de diferentes conceitos – como a interação entre partículas, a polaridade e as forças intermoleculares – compreendendo as inter-relações entre eles a fim de entender, de forma mais ampla e integrada, o fenômeno da solubilidade. A capacidade de generalização, de acordo com Vigotski (2001), pressupõe uma habilidade cognitiva com elevado grau de abstração. Tal processo contempla o que o autor denomina “pensamento por conceitos”. Ao trazer essa concepção para o ensino de solubilidade, torna-se primordial o uso da linguagem e das representações químicas envolvidas nesse processo.

Esse conceito, assim como a maioria dos que são abordados no Ensino de Química, requer compreensões abstratas que, por vezes, podem dificultar o entendimento dos estudantes, uma vez que eles estão mais habituados a estabelecer relações concretas, baseadas em seu conhecimento cotidiano. A linguagem Química possui diversas especificidades, como simbologias próprias, nomenclaturas específicas, fórmulas e representações, que precisam ser compreendidas para que os estudantes consigam organizar o seu pensamento químico (Maldaner, 1997). Essas especificidades devem ser entendidas para possibilitar ao estudante pensar o mundo por meio da Química. Caso contrário, ele pode ter a sensação de não aprender nada relevante para sua vida a partir dessa disciplina e, conseqüentemente, perder o interesse por essa área do conhecimento.

Schnetzler e Antunes-Souza (2019, p. 3) ressaltam a importância da apropriação e significação das simbologias que comumente são utilizadas nas aulas de Química para representar elementos químicos, fórmulas e equações. Os autores apontam exemplos de representações típicas dessas aulas, que podem parecer simples para quem já domina o conteúdo, como o professor, mas que se mostram desafiadoras para os estudantes. Assim, “[...] traços simples, duplo e triplo para representar simples, duplas e triplas ligações entre átomos de carbono; A e Z para representar massa e número atômicos” são representações muito específicas e requerem a intermediação do professor em sala de aula. Os autores (2019) destacam, ainda, o papel constitutivo da linguagem Química na formação do pensamento científico abstrato, alcançado por meio da apropriação e significação conceitual.

Com base na perspectiva histórico-cultural, Wenzel e Maldaner (2016) discutem a importância de possibilitar ao estudante o uso da palavra e do conceito, de modo a potencializar o processo de apropriação da linguagem Química. Muitas vezes, o estudante utiliza a linguagem sem compreendê-la de fato; entretanto, tal uso constitui um momento inicial necessário no processo de compreensão. Por meio de uma intermediação intencional do professor, o estudante passa a atribuir sentidos à linguagem Química e, gradualmente, aproxima-se do significado historicamente estabelecido.

Nesse processo, o estudante deve ser constantemente instigado a utilizar conceitos para explicar, problematizar e dialogar sobre um fenômeno, indo além da simples repetição de palavras ou frases prontas ditas pelo professor. Quando alcança a significação conceitual, ele faz uso da linguagem Química para explicar ou solucionar problemas de seu contexto, demonstrando uma compreensão efetiva do termo empregado.

As especificidades da linguagem Química podem dificultar os processos de apropriação e significação dos conceitos dessa área. Por isso, destaca-se o uso de modelos, estratégias, instrumentos e diferentes modos de representar um fenômeno em sala de aula, com o intuito de potencializar tais processos e qualificar a compreensão acerca do conhecimento químico.

Um processo de ensino interativo, que envolva o uso de diferentes representações mediadas pela linguagem e pela intencionalidade pedagógica do professor, mostra-se, portanto, essencial. Nesse sentido, apresentamos uma proposta de Sequência Didática Interativa (SDI) norteada pelos pressupostos de Oliveira (2011), autora que defende a interação como elemento central em sala de aula, compreendendo-a como via para a construção e a sistematização de novos conhecimentos. Para Oliveira (2011), a interação ocorre por meio do diálogo entre estudantes e professor, das trocas de ideias e das reformulações realizadas em busca de novos saberes a partir dos conhecimentos prévios.

Esse movimento deve ser intencionalmente intermediado pelo professor, por meio do uso de diferentes estratégias e instrumentos de ensino que estimulem a interação e a elaboração de novas compreensões. Com o objetivo de promover essa interação e favorecer o entendimento dos estudantes sobre o conceito de solubilidade, esta proposta didática integra o uso do Estudo de Caso, do simulador *PhET Colorado* e da experimentação.

Diante dessas articulações, o objetivo principal da proposta é ensinar o fenômeno da solubilidade, contemplando as representações da linguagem Química que são fundamentais para a compreensão íntegra de um conteúdo que envolve aspectos abstratos. Tal objetivo será alcançado mediante o uso de instrumentos de ensino e pela via do movimento interativo de diálogos intermediados pelo professor, de modo a potencializar a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento do pensamento químico dos estudantes. A seguir, apresenta-se o diálogo teórico que fundamenta as escolhas desta proposta de ensino.

Referencial Teórico

O professor de Química comumente faz uso de uma linguagem específica que remete a entidades submicroscópicas, as quais não podem ser visualizadas, o que torna o processo de aprendizagem mais desafiador em sala de aula. O conceito de solubilidade é um exemplo emblemático, pois sua compreensão requer capacidade de abstração e o estabelecimento de diferentes relações conceituais. Kinalski (2001), em suas pesquisas sobre o tema “Solução”, aponta que há pouca preocupação em contextualizar esse conteúdo no nível submicroscópico. A autora defende que o conceito de solução é central no Ensino de Química, pois possibilita o trabalho com outros conceitos fundamentais para a compreensão submicroscópica do conhecimento, como a interação entre partículas – aspectos que exigem uma leitura que vá além do que é visível a olho nu.

Johnstone (1982, 1993, 2000) destaca a importância de se trabalhar com três níveis do conhecimento químico: (i) macroscópico, que abrange aquilo que podemos ver, tocar e manipular (como erlenmeyers e béqueres; por exemplo, nas reações químicas, a mudança de cor, a formação de precipitados ou a liberação de gases); (ii) representacional, que corresponde aos registros simbólicos do conhecimento químico (símbolos, fórmulas e equações); e (iii) submicroscópico, que representa o nível abstrato, isto é, o que não é observável a olho nu nem manipulável diretamente (átomos, íons e moléculas).

A necessidade de articular esses três níveis no Ensino da Química evidencia a dificuldade de trabalhar com conceitos e fenômenos abstratos, uma vez que ensinar aquilo que não é visível nem tangível constitui um desafio constante. Nessa perspectiva, Johnstone (1993) alerta que os estudantes apresentam dificuldades em transitar entre os níveis do conhecimento, interpretando-os e integrando-os, pois tendem, inicialmente, a operar apenas no nível descritivo-funcional.

Vigotski (2001), ao discutir o pensamento por conceitos, observa que, nas fases iniciais do desenvolvimento cognitivo, o sujeito apresenta dificuldades em compreender o que não pode ser observado diretamente (nível submicroscópico). Assim, seu pensamento permanece preso ao concreto ao nível macroscópico, estabelecendo relações apenas com o que é visível e empírico, sem ainda alcançar uma lógica abstrata. Nessa etapa, o pensamento é guiado por complexos.

Um nível mais elevado de desenvolvimento cognitivo corresponde ao pensamento por conceitos, no qual se aprimora a capacidade de abstrair, isolar e analisar elementos separados do todo, bem como de estabelecer aproximações e diferenças por meio de generalizações (Vigotski, 2001). Em sala de aula, para que o estudante alcance uma compreensão abstrata do conhecimento, é fundamental a mediação do professor. Essa ação intermediadora ocorre quando o docente, ao utilizar a linguagem química de forma intencional e pedagógica, seleciona instrumentos didáticos adequados que potencializam a aprendizagem, auxiliando o estudante na apropriação e na significação da linguagem Química.

Wyzykowski e Frison (2020) apontam que a mediação docente é um elemento central no processo educativo, pois permite que o professor atue como intermediador das aprendizagens, promovendo discussões e apresentando meios e instrumentos que favorecem a apropriação do conhecimento pelo estudante. Compreendemos que a mediação ocorre por meio dos instrumentos e signos – como a linguagem – e que o professor, ao utilizá-los intencionalmente, atua como intermediador, potencializando a aprendizagem.

Silva e Neto (2021), ao pesquisarem sobre os níveis do conhecimento químico, destacam um movimento importante que ocorre na compreensão de conceitos e fenômenos abstratos da Química. Inicialmente, o estudante parte daquilo que consegue observar (nível macroscópico) e, com o auxílio das representações, apreende os aspectos científicos submicroscópicos para, então, retornar à realidade concreta e compreender o fenômeno em sua totalidade, por meio do pensamento abstrato que foi formado.

Vigotski (2001) também descreve esse movimento dialético de ascendência e descendência. Na ascendência, parte-se da compreensão dos conceitos cotidianos que, por meio do estudo da Química, se qualificam com os conhecimentos científicos; na descendência, ocorre o inverso – parte-se dos conceitos científicos que passam a influenciar a compreensão de aspectos do cotidiano. O conhecimento cotidiano é rico em concretude, enquanto o científico se caracteriza por aspectos abstratos. Assim, a relação dialética entre ambos é fundamental e, para potencializar esse movimento, é essencial compreender o fenômeno nos diferentes níveis do conhecimento químico.

Os níveis macroscópico e submicroscópico necessitam da mediação simbólica para o desenvolvimento da aprendizagem em Química. O ensino pode ser potencializado por meio do uso de modelos visuais, concretos ou virtuais, que oportunizam ao estudante transitar entre os níveis submicroscópico e representacional, a fim de explicar o fenômeno macroscópico em questão. Contudo, é importante lembrar que tais modelos ou representações nunca são cópias fiéis da realidade, pois possuem limitações. Dessa forma, cabe ao professor orientar os estudantes quanto a possíveis inconsistências dos modelos ou esclarecer seus significados de modo mais detalhado (Silva & Neto, 2021).

Na mesma direção, ao dialogar sobre os níveis do conhecimento químico propostos por Johnstone (1982, 1993, 2000), Antunes-Souza e Aleme (2023) defendem que o nível representacional

atua como elo entre os aspectos concretos e abstratos. Para os autores, a linguagem e suas representações exercem papel mediador na construção do conhecimento e possibilitam a formação do pensamento químico. Em outras palavras, compreender a linguagem Química é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico e para a consolidação do pensamento de natureza Química.

Buscando articular os diferentes níveis do conhecimento químico em sala de aula e favorecer a compreensão dos conteúdos pelos estudantes, apresentamos nossa proposta de Sequência Didática Interativa (SDI). Essa proposta possui caráter qualitativo e baseia-se no Círculo Hermenêutico-Dialógico (CHD), o qual se configura como um processo contínuo de diálogos, críticas, análises, construções e reconstruções de conhecimentos (Oliveira, 2011).

Ao propor a união entre a SDI e o CHD, Oliveira (2011) discute a utilização de uma dinâmica que se desenvolve em três etapas: (i) cada estudante deve escrever seus conhecimentos iniciais sobre o tema ou conceito que será trabalhado em sala de aula; (ii) em seguida, os estudantes se organizam em pequenos grupos para discutir suas respostas e elaborar uma síntese coletiva; (iii) por fim, um líder de cada grupo inicial compõe um novo grupo, responsável por formular uma resposta que sintetize todas as contribuições dos colegas.

Compreendemos que, nesse movimento, o professor atua como intermediador, apresentando novas problematizações e promovendo o diálogo entre estudantes, professor e conhecimento. Dessa forma, desenvolve-se um processo dialógico entre as concepções prévias ou conhecimentos cotidianos e os conhecimentos científicos introduzidos pelo docente. Assim, a construção do conhecimento é sustentada por interações dialógicas que favorecem a ressignificação constante dos sentidos atribuídos aos fenômenos estudados, em um movimento cíclico e contínuo (Oliveira, 2011).

Considerando que a dinâmica proposta por Oliveira (2011) tem início com uma problematização ou com a introdução de um tema central, nesta proposta didática o tema escolhido é a solubilidade, para o qual indicamos o uso do Estudo de Caso como estratégia inicial de problematização. Wenzel e Behm (2021) defendem o uso dessa metodologia como uma forma de aproximar os conteúdos específicos da Química de situações do cotidiano, além de estimular no estudante uma postura ativa e reflexiva diante de problemas concretos.

Ao empregar o Estudo de Caso para introduzir a temática da solubilidade, propomos, em seguida, o uso da experimentação como meio de ampliar o olhar científico dos estudantes sobre vivências do dia a dia. Exemplos como a solubilidade do sal de cozinha em água ou a insolubilidade do óleo de cozinha em água são situações comuns, observadas pelos estudantes, mas que muitas vezes não são compreendidas sob a perspectiva Química. Dessa maneira, a experimentação visa aproximar a sala de aula da realidade cotidiana dos alunos, fortalecendo o movimento interativo entre estudante, professor e conhecimento. Ao ensinar e aprender “sobre Ciência”, reafirma-se a importância do diálogo e da investigação no processo educativo (Bassoli, 2014).

Apontamos o emprego do Simulador *PhET Colorado* (https://phet.colorado.edu/pt_BR/) nesta proposta, cuja principal função é explorar o nível submicroscópico do conhecimento químico. Por ser uma plataforma ampla, interativa e dinâmica, o *PhET Colorado* possibilita o estudo de diversos aspectos das Ciências em geral, incluindo o conceito de solubilidade. Esse conceito, por apresentar um elevado grau de abstração, exige o uso de instrumentos que proporcionem uma visão submicroscópica por meio de modelos e representações, auxiliando, assim, na compreensão dos fenômenos envolvidos.

Diante do exposto, compreendemos que o diálogo, a interação, a análise e as constantes interpretações e (re)interpretações dos conteúdos podem contribuir para a construção do conhecimento científico dos estudantes. Nesse sentido, é fundamental que o professor atue como intermediador desse processo por meio da linguagem, considerando atentamente os diferentes níveis

do conhecimento químico, de modo a qualificar os processos de ensino e de aprendizagem. Com isso, potencializa-se a formação do pensamento químico dos estudantes e o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla e integrada dos fenômenos. A seguir, apresentamos o procedimento metodológico proposto para o desenvolvimento desta SDI.

Metodologia

A SDI é proposta para o 1º ano do Ensino Médio, considerando que, nesse estágio, os estudantes já tiveram contato com conteúdos fundamentais, como molécula, átomo e íon, conhecimentos essenciais para a compreensão do conceito de solubilidade e que precisam ser retomados e articulados em sala de aula.

Com essa proposta, intencionamos oportunizar a visualização representacional do abstrato em determinados fenômenos químicos, especialmente aqueles relacionados à solubilidade de diferentes materiais, como os processos de dissolução e dissociação. Além disso, busca-se investigar a capacidade de condução de corrente elétrica em algumas soluções líquido-líquido e líquido-sólido. Pretendemos, assim, favorecer o desenvolvimento da linguagem Química e a formação do pensamento químico dos estudantes, de modo que consigam compreender os fenômenos transitando entre os diferentes níveis do conhecimento químico, macroscópico e submicroscópico, mediados pelas representações.

A proposta de SDI segue os pressupostos teóricos de Oliveira (2011) e está ancorada na busca por interpretações, problematizações e constantes construções e reconstruções do conhecimento, promovidas por meio do diálogo interativo em sala de aula. A seguir, apresentamos a síntese da proposta de SDI no Quadro 1, que contempla seis encontros de aula.

Quadro 1- Síntese da proposta da SDI

Encontro	Instrumento de ensino	Desenvolvimento da atividade	Objetivo da aula
1º	Estudo de Caso	Cada estudante receberá um Estudo de Caso para resolver, denominado “ <i>O curioso caso do sal que sumiu</i> ”. A resolução do Caso deve seguir a dinâmica proposta por Oliveira (211), articulando a SDI com o CHD.	Realizar um momento de discussão, interação e respeito à opinião alheia, buscando, em conjunto, a elaboração de uma resposta que contemple as ideias dos colegas estudantes.
2º	Experimentação	Realização do experimento pelos estudantes. <i>Experimento: adicionar 100mL de água em um béquer e após adicionar 10g de cloreto de sódio.</i> Discussão das respostas dos estudantes às perguntas da aula anterior. Introdução de alguns termos como: insolúvel, solúvel, dissolução, dissociação, diluição, soluto e solvente.	Desenvolver o raciocínio lógico dos estudantes perante a realização do experimento e manifestar o trabalho em equipe.

3º	Simulador <i>PhET Colorado</i>	Solicitar aos estudantes que representem o fenômeno da dissolução em forma de desenho. Realização da simulação “<i>Sais e solubilidade</i>”¹ disponível no simulador <i>PhET Colorado</i>, observando a dissolução dos sais mais e menos solúveis em água. Relembrar as concepções de íons, moléculas e ligações químicas e dialogar sobre o conceito de dissolução e dissociação. Abordar conteúdos como o coeficiente de solubilidade, saturação, supersaturação e insaturação. Solicitar aos estudantes que representem o fenômeno da dissolução em forma de desenho novamente.	Oportunizar a visualização representacional do fenômeno da dissolução para o entendimento em nível submicroscópico. Desenvolver o raciocínio proporcional dos estudantes.
4º e 5º	Experimentação e simulador <i>PhET Colorado</i>	Uso de experimentos e do simulador <i>PhET Colorado</i> para explicação de alguns fatores que influenciam a solubilidade: temperatura², pressão³, tamanho das partículas, concentração⁴, agitação mecânica, pressão e polaridade. Evidenciar conceitos como saturado e insaturado, diante da adição extrema de solutos no solvente. Solicitar novamente aos estudantes que representem o fenômeno da dissolução em forma de desenho.	Proporcionar a visualização dos fatores que influenciam o fenômeno da dissolução nos níveis macroscópico e submicroscópico.
6º	Experimentação investigativa	Trabalhar o experimento de condução elétrica. <i>Experimento: Uma lâmpada deve estar conectada a uma fonte de tensão; Um fio condutor deve estar ligado à lâmpada e deve ter duas extremidades livres, que serão colocadas em contato com o material de teste; Colocar os condutores em</i>	Analisar e investigar como acender uma lâmpada com tais materiais e o porquê de certas soluções conduzirem ou não eletricidade.

¹ Link de acesso simulador *PhET Colorado* (sais e solubilidade): https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/soluble-salts/latest/soluble-salts.html?simulation=soluble-salts&locale=pt_BR

² Link de acesso simulador *PhET Colorado* (estados da matéria): https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_BR

³ Link de acesso simulador *PhET Colorado* (mudanças de fase): https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html?locale=pt_BR

⁴ Link de acesso simulador *PhET Colorado* (concentração): https://phet.colorado.edu/sims/html/beers-law-lab/latest/beers-law-lab_all.html?locale=pt_BR

		<i>contato com as diferentes soluções (água da torneira, água destilada, água e açúcar, água e vinagre, água e sal, água e bicarbonato de potássio).</i> Construção de um relatório da prática, contendo as investigações e as discussões realizadas na atividade.	
--	--	--	--

Fonte: As autoras, 2024.

As atividades planejadas estão organizadas com o intuito de potencializar a compreensão em nível submicroscópico, promovendo o diálogo entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico por meio do uso de diferentes estratégias e instrumentos de ensino, com especial atenção à linguagem da Química. A seguir, apresentamos uma descrição mais detalhada dessas atividades, buscando evidenciar as especificidades e a intencionalidade pedagógica que orienta cada um dos encontros.

Detalhamento das atividades que integram a SDI

Em um primeiro momento, a indicação é trabalhar com um Estudo de Caso intitulado “*O curioso caso do sal que sumiu*”, disponível no Quadro 2 e que foi elaborado com a intenção de instigar a curiosidade dos estudantes pela via da problematização inicial.

Quadro 2 - Estudo de Caso

Estudo de Caso: O curioso caso do sal que sumiu
Jéssica estava preparando o almoço como fazia todos os dias e hoje pensou em fazer uma massa com molho barbecue. Ao colocar a panela com água no fogo, sua filha Laura de seis anos veio correndo ajudar a mãe, pois adorava a cozinha e já sonhava em ser chefe de cozinha quando crescesse. Assim, iniciou-se um diálogo: — Filha! Coloque uma colher de sal dentro da panela para mim, por favor, mas tome cuidado para não se queimar. Prontamente Laura foi pegar o sal e a colher e despejou uma colher de sal na panela com água. Ao fazer isso ficou observando o sal chegando ao fundo da panela e “desaparecendo”. Laura nunca havia reparado ou pensado nisso antes e logo perguntou: — Oh mãe!! Por que o sal some na água? — Ah minha filha, é assim mesmo, assim como o açúcar também some na água. — Mas por que mãe? — Eu não sei explicar o porquê minha filha. Talvez você possa perguntar para a sua professora amanhã de manhã na escola. Laura ficou deveras curiosa e ficou pensando nisso até o próximo dia quando poderia perguntar a sua professora. Agora você é a professora de Laura e deve ajudar a responder os questionamentos de Laura: Será mesmo que o sal desaparece? A água tem o poder de sumir com o sal? O que acontece cientificamente?

Fonte: as autoras (2024).

Esse caso foi elaborado com base na indicação de Sá, Francisco e Queiroz (2007), que afirmam que um “bom caso” deve manter relação com a atualidade, ser instigante aos estudantes, apresentar um diálogo que provoque conflitos cognitivos e exigir a tomada de decisões orientadas por objetivos pedagógicos definidos. Dessa forma, consideramos que uma ação tão comum no cotidiano

dos estudantes, como acrescentar sal à água, pode instigá-los a refletir sobre a presença da Química em seu dia a dia, estimulando-os a tomar decisões e a elaborar explicações fundamentadas sobre o fenômeno em questão.

Sá, Francisco e Queiroz (2007) indicam que a resolução de um Estudo de Caso necessita de um material de apoio que auxilie os estudantes a pensar e a responder o Caso. O material de apoio selecionado para a resolução deste Caso consiste em um Texto de Divulgação Científica (TDC), intitulado “*A culinária molecular não existe*”, subcapítulo do Capítulo um do Livro “*Um Químico na Cozinha: a Ciência da gastronomia molecular*”⁵. A escolha por um TDC se justifica pelo fato de que esse tipo de material apresenta uma linguagem mais acessível ao público em geral, o que pode facilitar a compreensão de determinados conteúdos. Além disso, Colpo e Wenzel (2021) destacam que o uso dos TDC constitui uma forma de aproximar aspectos da linguagem específica da Química do cotidiano dos estudantes, favorecendo a contextualização e a construção de significados sobre os conceitos científicos trabalhados em sala de aula.

A resolução do Estudo de Caso está incorporada às fases da dinâmica proposta por Oliveira (2011), que articula a SDI e o CHD, conforme discutido na seção anterior. Essa dinâmica tem como objetivo promover a interação e o diálogo entre os estudantes, permitindo que interpretem e reinterpretem suas respostas até sintetizarem uma resposta coletiva que contemple um pouco das ideias de todos, com o apoio do material disponibilizado pelo professor. Para isso, a mediação docente é essencial, pois cabe ao professor estimular a discussão entre os grupos, valorizar a escuta do outro e introduzir novas problematizações sobre a temática.

No segundo encontro, propomos a realização de um experimento semelhante ao descrito no Estudo de Caso, com o intuito de discutir a síntese construída pelos estudantes na aula anterior e introduzir novos termos, como insolúvel, solúvel, dissolução, dissociação, diluição, soluto e solvente. O experimento pode ser realizado em grupos e consiste em adicionar água (solvente) em um béquer e, em seguida, colocar algumas gramas de cloreto de sódio sólido (soluto). Após a observação do fenômeno, será promovida uma discussão com base nas sínteses elaboradas pelos grupos sobre o Estudo de Caso da aula anterior.

Essa dinâmica não tem como finalidade oferecer respostas prontas aos estudantes, mas possibilitar que construam o conceito de solubilidade de forma gradual, compreendendo-o em diferentes níveis de abstração. Vigotski (2001) explica que o processo de generalização ocorre de “cima para baixo”, ou seja, o sujeito compreende primeiro o conceito geral para, posteriormente, entender suas particularidades. Assim, a proposta inicia com a compreensão no nível macroscópico – a água líquida e o cloreto de sódio sólido – para, então, avançar em direção ao nível submicroscópico, envolvendo as ligações moleculares (H_2O) e iônicas (Na^+ e Cl^-), bem como suas interações em solução. Trata-se, portanto, de um movimento de ampliação de olhares.

Nesse mesmo sentido, o movimento ascendente do conhecimento, do cotidiano para o científico, valoriza a contextualização do conteúdo, reconhecida como essencial para a compreensão de temas complexos e abstratos. Rocha e Vasconcelos (2016, p. 6) destacam que “a capacidade que os estudantes têm para visualizar e resolver um problema é aumentada quando os mesmos estudantes conseguem contextualizar esse problema com situações da vida”. Até esse momento, os estudantes terão trabalhado o conceito de solubilidade em um nível mais concreto, o macroscópico. No terceiro encontro, será solicitado que representem, por meio de desenhos, o fenômeno da dissolução do sal de cozinha na água, buscando articular os conhecimentos construídos nas aulas anteriores. É esperado que, inicialmente, suas representações permaneçam vinculadas ao nível macroscópico.

⁵ Link de acesso para o Material de Apoio do Estudo de Caso:

<https://docs.google.com/document/d/1G2FMoLHLk5Q5iCtaRIXxduUWCe944R9bpqlhU9XNS2c/edit?usp=sharing>

Para que possam ampliar essa visão e compreender o fenômeno da dissolução nos níveis representacional e submicroscópico, propõe-se o uso do simulador *PhET Colorado*, no experimento de solubilidade disponível na plataforma. Nele, os estudantes poderão observar a diferença de dissolução entre diversos sais em água, permitindo que o professor conduza explicações sobre os conceitos de íons, cátions e ânions, bem como sobre os conhecimentos envolvidos no processo de dissolução.

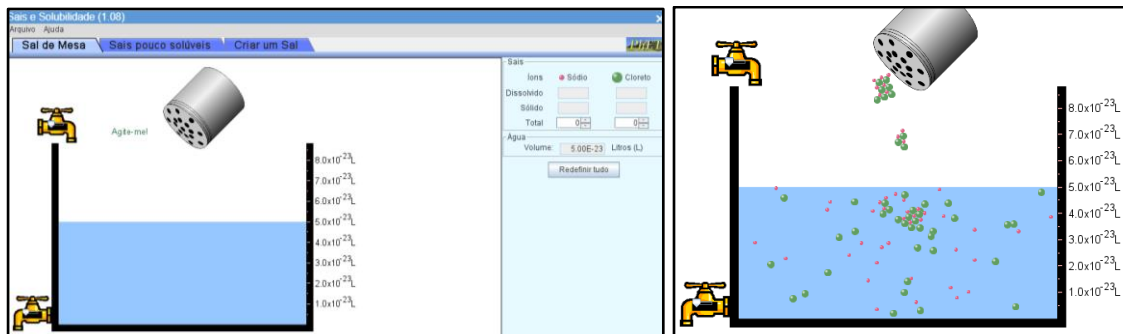


Figura 1 - Simulador computacional com íons de sódio e cloro em solução aquosa.

Fonte: Simulador *PhET Colorado*.

As figuras mostram um recipiente com água e um saleiro que está despejando pequenas “bolinhas”. Estas “bolinhas” representam íons Cloreto (na cor verde) e Sódio (na cor rosa) presentes no sal de cozinha, comumente denominado de Cloreto de Sódio (NaCl). Inicialmente os íons estão em união em uma rede cristalina devido à atração dos íons de cargas opostas, chamadas de ligações iônicas. Essa interação forma um retículo cristalino, cujo composto recebe o nome de NaCl , que, ao entrar em contato com a água, se dissolve, iniciando o processo de dissociação (separação) dos íons $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ e $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$, que se dispersam pelo solvente (água), formando uma solução salina.

Nesse mesmo simulador, é possível trabalhar com sais com pouca solubilidade em água, como o (i) Sulfeto de Tálio e o (ii) Brometo de Mercúrio, representados na Figura 2. Nas imagens, é possível visualizar uma quantidade de soluto ao fundo do recipiente e poucos íons em solução, o que demonstra a baixa solubilidade desses sais.

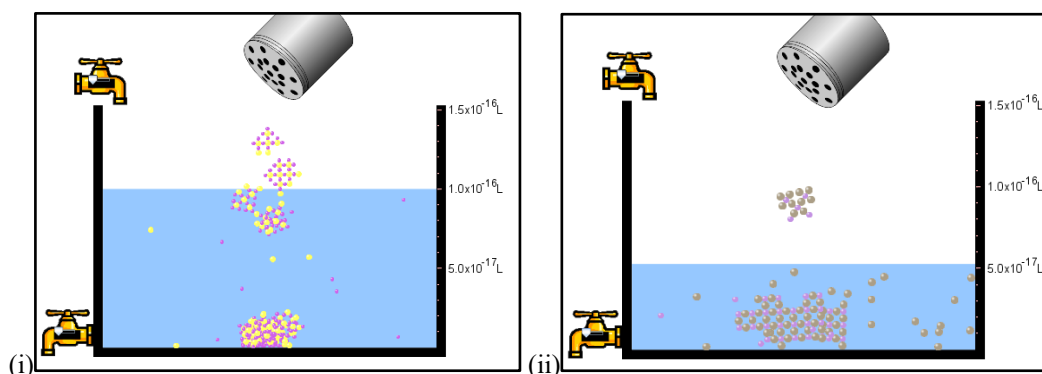


Figura 2 - Simulador computacional com sais de baixa solubilidade

Fonte: Simulador *PhET Colorado*.

A partir dessa etapa, torna-se possível trabalhar o coeficiente de solubilidade dos diferentes sais, exemplificando-os conforme suas propriedades. Assim, pode-se abordar as noções de saturação (quando a quantidade de soluto dissolvido é igual ao coeficiente de solubilidade), supersaturação (quando a quantidade de soluto ultrapassa esse coeficiente) e insaturação (quando a quantidade de soluto dissolvido ainda não atingiu o coeficiente de solubilidade).

É importante ressaltar que o uso do simulador *PhET Colorado* em sala de aula deve ocorrer com acompanhamento direto do professor, pois as simulações são representações simplificadas que não refletem a totalidade da realidade. Além disso, os modelos apresentados precisam ser compreendidos e significados pelos estudantes; ou seja, as “bolinhas” exibidas nas imagens devem ser reconhecidas como íons (de cloro, sódio, bromo, enxofre, entre outros), que possuem cargas positivas ou negativas e interagem entre si e com as moléculas de água. Dessa forma, para analisar como os estudantes estão se apropriando dessas representações e significando os conceitos, é essencial promover o uso da linguagem Química em diferentes momentos da aula e com variados instrumentos de ensino (Wenzel & Maldaner, 2016).

Ao final do terceiro encontro, propõe-se que os estudantes realizem novamente a atividade de desenhar o fenômeno da dissolução do sal em água, com o objetivo de verificar como estão se apropriando do conceito de solubilidade. Espera-se que, neste momento, consigam representar o fenômeno em nível submicroscópico. Caso atinjam esse nível de compreensão, é possível considerar que desenvolveram seu pensamento químico e compreenderam o fenômeno de forma mais ampla e integrada, uma vez que, como apontam Silva e Neto (2021), partiram de sua realidade concreta, compreenderam seus aspectos abstratos e, por fim, retornaram à concretude do fenômeno, agora visualizando-o e interpretando-o sob a ótica submicroscópica.

Com o intuito de ampliar ainda mais as compreensões, no quarto e quinto encontros propõe-se novamente o uso da experimentação e do simulador *PhET Colorado* para discutir os fatores que influenciam a solubilidade dos materiais: temperatura, pressão, tamanho das partículas, agitação mecânica, concentração e polaridade. Cada um desses aspectos deve ser explorado separadamente, para que os estudantes consigam compreender suas especificidades e relações com o fenômeno estudado.

No experimento sobre a influência da temperatura no processo de dissolução, sugere-se que os estudantes se organizem em círculo, a fim de facilitar o diálogo e a interação com os colegas e o professor. O experimento tem como objetivo investigar a solubilidade de diferentes sais em variadas temperaturas. Os sais sugeridos são: cloreto de sódio, bicarbonato de sódio, sulfato de cobre e permanganato de potássio. A escolha desses sais se justifica pelo fácil acesso e pelas diferenças de coloração que despertam o interesse visual dos estudantes – o sulfato de cobre com sua tonalidade azul característica e o permanganato de potássio com cor violeta escura. Contudo, a seleção pode ser adaptada conforme a disponibilidade de materiais na escola.

Experimento: adicionar 1 g de cada um dos quatro sais em quatro béqueres diferentes (realizando triplicata). Em seguida, acrescentar 20 mL de água a aproximadamente 100 °C em cada um dos quatro sais. Adicionar 20 mL de água em temperatura ambiente (cerca de 25 °C) em outros quatro béqueres contendo os mesmos sais. Por fim, adicionar 20 mL de água a aproximadamente 2 °C nos quatro béqueres restantes com os sais. Após a preparação, observar atentamente o fenômeno.

O experimento tem como objetivo evidenciar a influência da temperatura no processo de dissolução, fenômeno que pode ser explicado pela maior ou menor agitação dos íons (que formam o retículo cristalino dos sais) em diferentes temperaturas. Espera-se que, em temperaturas mais baixas, a solubilidade dos sais seja menor, enquanto em temperaturas elevadas a solubilidade aumente. Dessa forma, nos béqueres com água a 100 °C, os sais devem se dissolver facilmente, mesmo sem agitação. Já nos béqueres com água próxima de 2 °C, a dissolução deve ocorrer de forma mais lenta, mesmo quando há agitação mecânica. Os béqueres com água em temperatura ambiente servem como um parâmetro intermediário para comparação dos resultados.

Com o auxílio do simulador *PhET Colorado*, será possível visualizar a movimentação das moléculas de H₂O (semelhante ao ocorre com os íons dos sais) em diferentes temperaturas, conforme representado na Figura 3 (da menor para a maior temperatura). Observa-se que, em baixas temperaturas, a agitação molecular é reduzida, dificultando a solubilidade dos sais e de outras

substâncias em água. O contrário ocorre em temperaturas mais altas, nas quais o aumento da energia cinética favorece a dissolução.

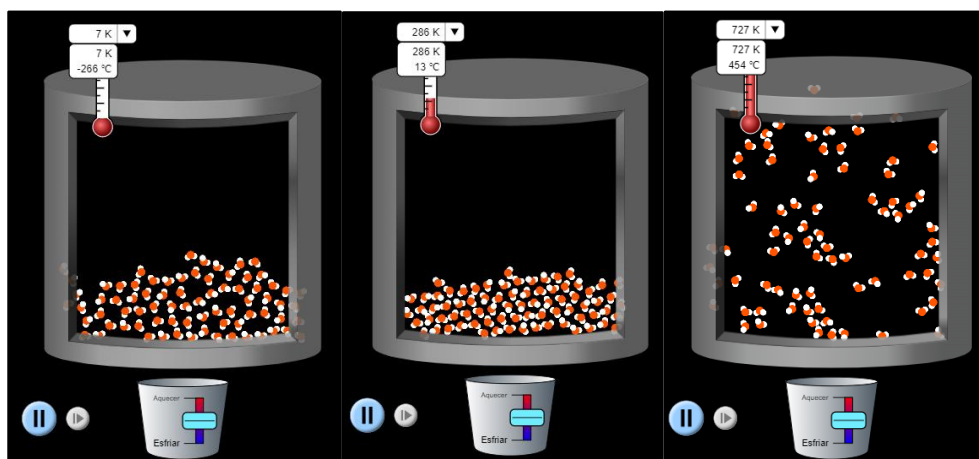


Figura 3 - Agitação das moléculas de água em diferentes temperaturas

Fonte: Simulador *PhET Colorado* (2024).

Na aula também é possível testar a solubilidade de materiais e ingredientes do cotidiano, como açúcar, café (solúvel e insolúvel), farinha e vinagre, com o propósito de apresentar diferentes tipos de soluções líquido-sólido e líquido-líquido. Para isso, pode-se solicitar na aula anterior que os estudantes tragam algum ingrediente ou composto de suas casas, para que, durante a atividade, expressem suas hipóteses sobre a solubilidade do material que trouxeram, além de realizarem testes com os compostos mencionados.

Esses momentos experimentais não têm como objetivo reforçar a visão da experimentação apenas como forma de motivar os estudantes a se engajarem na aula. Compreendemos que essa concepção é limitada, pois a experimentação requer a mediação (inter)ativa do professor. Caso contrário, a motivação tende a ser momentânea, restrita ao momento da prática (e, em alguns casos, nem sequer ocorre), fazendo com que os alunos retornem à rotina sem aprofundar o aprendizado. Assim, trazer o experimento para a sala de aula como ferramenta de investigação, interação e diálogo — e não apenas como comprovação teórica — contribui para o desenvolvimento crítico, reflexivo e autônomo dos estudantes, qualificando tanto o processo de aprendizagem quanto o de ensino.

Ao tratar da influência da pressão sobre a solubilidade, o professor pode iniciar com uma pergunta instigadora, como: “Como é possível a dissolução do gás nos refrigerantes ou nas águas com gás?” A partir das respostas, em um movimento interativo, o docente pode conduzir a discussão, levando os estudantes à compreensão de que esse fenômeno está relacionado à solubilidade dos gases em líquidos, que ocorre sob altas pressões e baixas temperaturas. Nessa condição, as moléculas de CO_2 (dióxido de carbono, o gás presente nos refrigerantes e na água com gás) encontram-se menos agitadas, o que facilita sua dissolução na água — retomando, assim, os aspectos já estudados sobre temperatura. Diante da impossibilidade de realizar uma prática com soluções líquido-gás em sala de aula, esse processo pode ser exemplificado por meio de imagens e do simulador *PhET Colorado*, que permite articular as variáveis de temperatura e pressão em um mesmo recipiente.

Em seguida, propõe-se um experimento simples de solubilidade em água, utilizando torrões de sal e de açúcar. A escolha de sólidos com diferentes tamanhos tem como objetivo demonstrar a influência da dimensão das partículas no processo de dissolução. O propósito não é comparar a solubilidade entre o sal e o açúcar, pois há diferenças significativas, como a ionização do sal. É importante destacar que tanto o tamanho das partículas quanto a agitação não alteram a solubilidade de uma substância, mas interferem diretamente na velocidade de dissolução, fazendo com que o

processo ocorra mais rapidamente (no caso do sal e do açúcar granulados) ou de forma mais lenta (nos torrões).

Por fim, o fator concentração será exemplificado por meio da adição excessiva de soluto (sal) ao solvente (água) em um béquer, até que o sistema se torne saturado. Com o auxílio do simulador *PhET Colorado* (Figura 4), será possível visualizar o processo sob uma perspectiva submicroscópica, além de medir a concentração da solução em mol/L, conforme a figura abaixo.

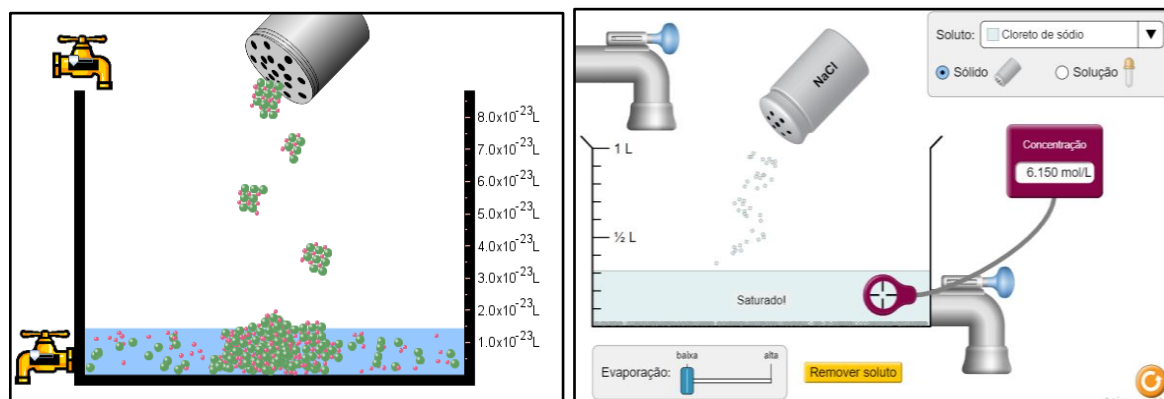


Figura 4 - Simulação tecnológica sobre concentração de soluto no solvente

Fonte: Simulador *PhET Colorado* (2024).

Ao final da quinta aula, propõe-se a aplicação de um questionário que tem como objetivo abordar questões relacionadas à temática, desafiando os estudantes a utilizarem a linguagem específica da Química, especialmente no que se refere ao nível submicroscópico. O uso desse instrumento de avaliação está condicionado ao andamento das aulas e às decisões do professor, que, ao acompanhar o ritmo e as necessidades da turma, poderá ajustar o momento e a forma de aplicação. Dessa maneira, garante-se que o questionário cumpra sua função formativa e contribua para o aprofundamento conceitual. Além disso, esse instrumento pode servir como um importante *feedback* sobre os aprendizados dos estudantes e como uma forma de validação das estratégias e instrumentos pedagógicos utilizados.

Wenzel e Maldaner (2016) ressaltam a importância de possibilitar ao estudante o uso da linguagem específica da Química, uma vez que, por meio dela, é possível identificar seus níveis de apropriação e significação conceitual. É igualmente fundamental que o professor reflita sobre sua prática e, se necessário, modifique seus métodos e instrumentos de ensino, de modo a potencializar a aprendizagem científica dos estudantes.

O último encontro propõe uma atividade de experimentação investigativa que aborda aspectos da condutividade elétrica de diferentes soluções. Esse momento será mediado pela questão-problema inicial: “Como podemos acender essa lâmpada apenas com esses materiais?” (materiais descritos no Quadro 1). A experimentação investigativa tem como propósito fazer com que o estudante assuma um papel interativo em sala de aula, construindo seu próprio conhecimento a partir da interação com os colegas, da investigação e do desejo de compreender melhor os fenômenos (Bassoli, 2014; Oliveira, 2011).

Essa prática também deve promover a discussão coletiva, em um movimento interativo que envolva o levantamento e o teste de hipóteses, conduzindo os estudantes à validação das explicações formuladas. É importante que eles tenham a oportunidade de expressar e explorar suas ideias em grupo, de modo a retomar o processo interativo de construção e reconstrução do conhecimento.

Pensando no experimento da lâmpada descrito no Quadro 1, compreende-se que quanto maior a quantidade de elétrons ou íons livres em um material, maior será sua capacidade de conduzir

eletricidade. Assim, espera-se que a lâmpada acenda quando em contato com misturas de água e sal de cozinha, água da torneira (que contém minerais devido ao tratamento), água e bicarbonato de sódio, e solução aquosa de vinagre, uma vez que todas apresentam estruturas iônicas que favorecem a condução elétrica. Em contrapartida, exemplos como água destilada e água com açúcar não tendem a conduzir eletricidade de forma suficiente para acender a lâmpada, devido às suas estruturas moleculares.

Diante disso, espera-se que, com o diálogo e as problematizações conduzidas pelo professor, os estudantes consigam compreender o fenômeno observado no nível macroscópico e, a partir dele, construir as abstrações necessárias para interpretá-lo cientificamente. Dessa forma, poderão retomar as representações e os conceitos trabalhados ao longo das aulas, compreendendo o experimento nos diferentes níveis do conhecimento químico, mediados pela linguagem.

Ao final, propõe-se que os estudantes elaborem um relatório escrito contendo as investigações e discussões realizadas em aula, descrevendo e explicando o experimento. O relatório deverá incluir um esquema que represente, em nível submicroscópico, o que ocorreu na prática experimental de condutividade elétrica que permitiu o acendimento da lâmpada. Essa atividade permitirá ao professor identificar se os estudantes conseguiram se apropriar do conceito e do fenômeno, além de avaliar o nível de generalização atingido sobre o conceito de solubilidade e os conteúdos científicos relacionados.

A avaliação da SDI será realizada a partir da participação e da interação dos estudantes em todos os momentos das aulas. Além disso, os desenhos, o questionário e o relatório construídos servirão de base para que o professor analise as compreensões dos alunos acerca da solubilidade e da condutividade elétrica dos materiais. Também será possível verificar como ocorreu o desenvolvimento dos conhecimentos, a apropriação e a significação nos níveis macroscópico e submicroscópico, bem como compreender de que forma os diálogos e interações entre colegas, professor e conhecimento contribuíram para esse processo.

É importante reconhecer que, possivelmente, os estudantes não alcançarão um alto nível de significação conceitual apenas com esse conjunto de aulas. Isso porque a construção do conhecimento é contínua, exigindo reconstruções diárias e um processo permanente de aprendizagem. Conforme destaca Kinalski (2001), o conhecimento sistematizado se desenvolve gradualmente no ambiente escolar, ao longo do tempo. Assim, compreendemos que a formação do pensamento científico é um processo complexo que requer constância e intermediação intencional, para que, em um movimento interativo, os estudantes desenvolvam a criticidade e se tornem sujeitos capazes de questionar e tomar decisões fundamentadas em aportes teóricos e práticos da Química.

Considerações Finais

Com a presente proposta de SDI, buscamos articular os níveis do conhecimento químico e o papel da linguagem como mediadora dos processos de ensino e aprendizagem do conceito de solubilidade. Seguindo os pressupostos da SDI, utilizamos diferentes estratégias e instrumentos de ensino que consideramos potencializadores do diálogo, da sistematização do conhecimento, da investigação, da reconstrução de saberes e da interação entre colegas, professor e conhecimento.

As especificidades da linguagem Química exigem que o professor adote estratégias, metodologias e instrumentos que auxiliem o estudante na compreensão dos fenômenos em níveis macroscópico e submicroscópico, além de favorecer a apropriação e significação dessa linguagem. Assim, acreditamos ser possível desenvolver o pensamento científico, fundamental para a compreensão de conceitos e fenômenos abstratos da Química.

Apontamos, ainda, a necessidade do uso da linguagem Química pelo professor durante as aulas, com o intuito de familiarizar o estudante com o vocabulário e os modos de representação próprios da área. No entanto, embora seja importante que o estudante conheça e utilize essa linguagem, esse é apenas o primeiro passo, pois é necessário que ele avance nesse processo e atribua significado a essa linguagem, consolidando a formação do pensamento científico (Wenzel, 2017). As palavras e expressões empregadas em sala de aula devem ser ressignificadas pelos estudantes, ampliando suas concepções iniciais, que muitas vezes estão ancoradas em conhecimentos do cotidiano.

Por fim, destacamos que, com a SDI, torna-se possível favorecer a construção do conhecimento científico por meio do diálogo, da problematização, da interação e da contextualização em sala de aula. Esses elementos possibilitam constantes interpretações e reinterpretações dos conteúdos, potencializando a formação do pensamento químico dos estudantes. Diante disso, compreendemos que os processos de ensino e de aprendizagem são dinâmicos e não lineares, exigindo retornos frequentes a um mesmo conceito, pois aprender implica ir além da simples decodificação e memorização de conteúdos.

Referências

- Antunes-Souza, T., & Aleme, H. G. (2023) Reinterpretando o triângulo de Johnstone: o papel constitutivo da linguagem e suas contribuições para a experimentação no ensino de Química. *Revista Cocar*, 19 (37). Acesso em 22 fev., 2024, <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/7410/3172>.
- Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20, 579-593. Acesso em 27 maio, 2024, <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Mt8mZzjQcXTtK6bxR9Sw4Zg/>.
- Colpo, C. C., & Wenzel, J. S. (2021). Uma revisão acerca do uso de textos de divulgação científica no ensino de ciências: inferências e possibilidades. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 14(1), 3-23. Acesso em 07 jun., 2024, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8076152>.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *The School Science Review*, 64 (227), 376-379.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*, 70(9), 701-705.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Kinalski, A. C. (2001). *Soluções: tema central na elaboração do conhecimento químico escolar*. Ijuí:Ed. Unijuí, 160p.
- Maldaner, O. A. (1997). *A formação continuada de professores: ensino-pesquisa na escola: professores de química produzem seu programa de ensino e se constituem pesquisadores de sua prática*. Tese de Doutorado. [sn].
- Oliveira, M. M. de. (2011). Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa. *Interfaces Brasil/Canadá*, 11(1), 235-252. Acesso em: 15 maio 2024, <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/interfaces/article/view/7173>.

- Rocha, J. S., & Vasconcelos, T. C. (2016). Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. *Encontro Nacional de Ensino de Química*, 18, 1-10. Acesso em 28 fev., 2025, <https://eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>.
- Sá, L. P., Francisco, C. A., & Queiroz, S. L. (2007). Estudos de caso em química. *Química nova*, 30(3), 731-739. Acesso em: 03 out. 2025, <https://www.scielo.br/j/qn/a/nyCvcHWck6yN3pNq6KpKMtd/?lang=pt>.
- Schnetzler, R. P., & Antunes-Souza, T. (2019). Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. *Química nova*, 42(8), 947-954. Acesso em 26 jan., 2025: <https://www.scielo.br/j/qn/a/TydRDntrcx5RPtWxM9Vh8Gz/?lang=pt&format=html>.
- Silva, C. de S., & Neto, H. da S. M. (2021). O Ensino de Química como Unidade dialética entre os níveis macroscópicos e submicroscópicos: para além do triângulo de Johnstone. *Revista Exitus*, 11, 1-26. Acesso em 20 fev., 2024, <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/1607>.
- Vigotski, L. S. (2001). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes.
- Wenzel, J. S., & Maldaner, O. A. (2016). A prática da escrita e da reescrita orientada no processo de significação conceitual em aulas de química. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, 2, 129-146, 2016. Acesso em 15 set., 2024, <https://www.scielo.br/j/eppec/a/W8QCTBGRN6ydmX5zPH6nnqG/>.
- Wenzel, J. S. (2017). A apropriação da linguagem científica escolar e as interações discursivas estabelecidas em sala de aula como modo de aprender ciências. *Revista Transmutare*, 2(1). Acesso em 16 abr., 2024, <https://periodicos.utfpr.edu.br/rtr/article/view/6036>.
- Wenzel, J. S., & Behm, M. B. (2021). Uma prática de ensino orientada para a elaboração de estudos de caso na formação inicial de professores de Química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 7(1), 222-235, Acesso em 28 jan., 2025, <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2837>.
- Wyzykowski, T., & Frison, M. D. (2020). Instrumentos pedagógicos e sua relação com o desenvolvimento humano e a constituição profissional na docência. *Eutomia: Revista de Literatura e Linguística*, 1 (27), 258-278. Acesso em 03 out. 2025, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10372995>.