

Modelagem no Ensino de Química: alguns fundamentos e abordagens da Educação Básica ao Ensino Superior

Flávia Moura de Freitas (PG)^{*1}, Paola Bork Abib Kohn (PG)¹, Fábio André Sangiogo (PQ)¹

*fmouraf@outlook.com

¹ Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Laboratório de Ensino de Química, Campus Universitário Capão do Leão.

Palavras-Chave: Metodologia de ensino, Modelagem, natureza do conhecimento químico.

Área Temática: Processos de Ensino e de Aprendizagem

RESUMO: Pesquisas em Educação Química desenvolvem investigações e contribuições para construir alternativas metodológicas na prática docente, buscando auxiliar na compreensão de e sobre a ciência Química. Nesse viés, o presente estudo contempla uma revisão bibliográfica com o objetivo de promover compreensões e reflexões quanto à inserção da estratégia de modelagem para o ensino de Química, do contexto da Educação Básica ao Ensino Superior, quanto as perspectivas de contribuições à aprendizagem de conhecimentos diversificados. Nesse sentido, a abordagem da modelagem para o Ensino de Química contribui com a participação ativa dos estudantes, os processos de pensar, testar hipóteses e construir argumentos, ao desenvolver habilidades em consonância com a epistemologia da Ciência, promovendo compreensões, por exemplo, sobre o como é produzido o conhecimento químico.

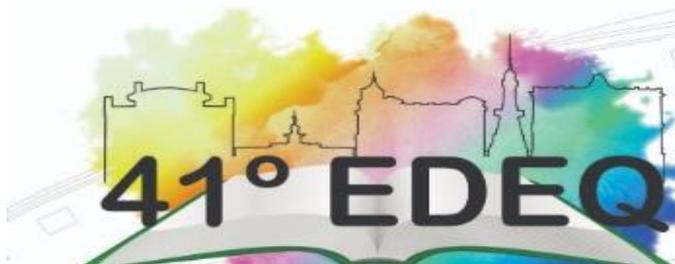
INTRODUÇÃO

O conhecimento químico comumente é conhecido por se tratar de uma Ciência complexa e abstrata, e isso se observa devido à predominância de uma linguagem científica e de difícil compreensão para os estudantes (ALVES; SANGIOGO; PASTORIZA, 2021). Contudo, a partir de investigações desenvolvidas pela comunidade científica, que visa reconhecer o desenvolvimento das pesquisas da área da Educação Química, pode-se perceber a construção de alternativas em potencial que buscaram propiciar aos estudantes uma aprendizagem compreensível e significativa, ao mesmo tempo em que se objetiva um ensino comprometido com a alfabetização científica (SCHNETZLER; SOUZA, 2018).

Em vista de tornar a aprendizagem Química mais acessível durante o processo de ensino e de aprendizagem, ciente de que esse processo trata da complexidade dos termos conceituais da Química e da sua difícil assimilação em sala de aula, muitos docentes necessitam utilizar diferentes abordagens metodológicas que auxiliam em sua prática educativa (SCHNETZLER, 2002). Destaca-se, nesse sentido, não somente o domínio do conhecimento químico como habilidade para ensinar e executar procedimentos, mas o alinhamento de outras áreas do conhecimento, que contemplem uma formação profissional mais coerente aos propósitos da ciência Química.

Realização

Apoio



Atualmente, as denominadas “metodologias ativas” alcançaram um destaque importante no processo de ensino e aprendizagem, visto que se trata de estratégias de ensino direcionadas para a participação do estudante em seu processo cognitivo, de maneira flexível, interligada e híbrida (MORAN, 2018). Dentre essas estratégias, a abordagem metodológica denominada “modelagem” busca compreender, a partir da construção de modelos que descrevam, expliquem e prevejam as transformações do mundo físico e seus fenômenos, em movimentos de validação e de utilização destes modelos a partir da construção de hipóteses (JUSTI, 2018). Inclusive, a modelagem tem demonstrado expressivos resultados na aprendizagem dos estudantes (MENDONÇA; JUSTI, 2009a, 2009b; MOZZER; JUSTI, 2018). A dinâmica que envolve a modelagem contribui significativamente na aprendizagem de conceitos científicos ensinados, pois considera a participação do estudante como fator fundamental no processo, a partir de um conjunto de conhecimentos que constituam uma compreensão científica e, assim, promovam o desenvolvimento de habilidades em maior coerência com os modos como a Ciência Química é produzida (MOZZER; JUSTI, 2018).

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo promover compreensões e reflexões quanto à inserção da estratégia de modelagem para o ensino de Química, do contexto da Educação Básica ao Ensino Superior, quanto as perspectivas de contribuições à aprendizagem de conhecimentos.

UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A MODELAGEM, ALGUNS FUNDAMENTOS E RELATOS DE PESQUISAS

Em 1928, para a compreensão da estrutura da matéria, procurou-se estabelecer um método adequado para apresentarem-se teorias e conceitos da Química e, para isso, a utilização de modelos não se tratava de um assunto novo. Assim sendo, a prioridade estava na construção de modelos com estruturas e materiais adequados, de baixo custo e de fácil maleabilidade, para que pudesse ser utilizado o mesmo modelo para representar outras estruturas químicas (WADE, 1928).

Segundo Dukerich (2015), o termo “*modeling chemistry*” emergiu a partir do projeto *Modeling Instruction in High School Physics* em Arizona State University, liderado por David Hestenes e apoiado pela National Science Foundation, de 1994 a 2000. O projeto inicial tinha por objetivo qualificar profissionalmente mais de 200 professores de física em atuação, com o aprimoramento de conhecimentos de física, Química e das Ciências em geral, visando exercer os padrões de desenvolvimento profissional, de avaliação e de conteúdo (JACKSON; DUKERICH; HESTENES, 2008). O marco constituído pelo desenvolvimento deste projeto resultou em grandes transformações na formação de professores da área das Ciências, ampliando o público-alvo para ensino fundamental e ensino médio (JACKSON; DUKERICH; HESTENES, 2008).

Realização

Apoio

Nesse sentido, para Jackson, Dukerich e Hestenes (2008), a criação do método da modelagem tinha por essência reparar as abordagens do ensino tradicional, ao qual incluía a omissão dos estudantes, o esfacelamento do conhecimento e a persistência de crenças ingênuas da natureza da Ciência física. Os objetivos da modelagem para Wells, Hestenes e Swackhamer (1995), estabeleciam orientações para que o desempenho da inserção da modelagem no processo de ensino estivesse centrado no desenvolvimento do aluno, através de sua compreensão do mundo físico, a partir da construção de modelos científicos, para descrever, explicar, prever e controlar fenômenos físicos e desenvolver habilidades em todos os aspectos da modelagem.

Na literatura, diferentes pesquisas trazem os percursos da modelagem para o ensino da Química, através de estudos desenvolvidos para a área, incluindo investigações em colaboração com pesquisadores internacionais (MENDONÇA; JUSTI, 2009; JUSTI, 2015; MOZZER; JUSTI, 2018). Os estudos estabelecem concepções, panoramas, objetivos, conclusões, conquistas e perspectivas sobre a utilização da modelagem, especificamente, no ensino de Ciências/Química.

Para Justi (2015), considerando os significados de modelagem em diversos dicionários e na literatura internacional, o conceito não está somente centrado no processo de criar modelos, mas considera a validação e a utilização de modelos, assim como suas diferentes vertentes teóricas, além de caracterizar um processo dinâmico, criativo e com o envolvimento de várias habilidades. Ainda aponta quatro etapas inerentes ao processo de modelagem: elaboração, expressão, teste e avaliação (JUSTI, 2015) (Figura 1).

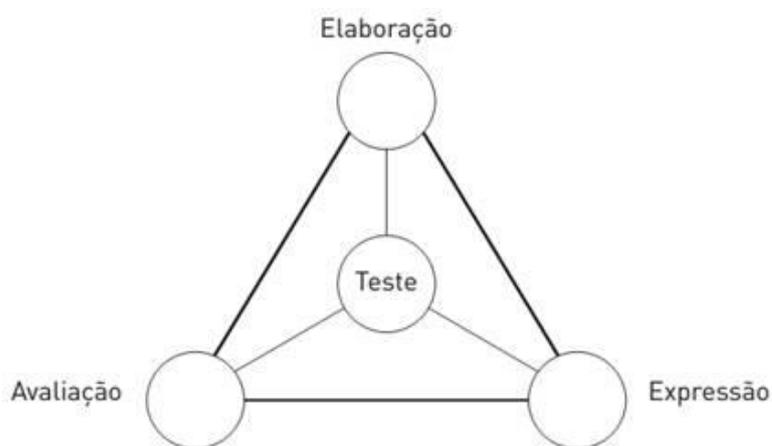
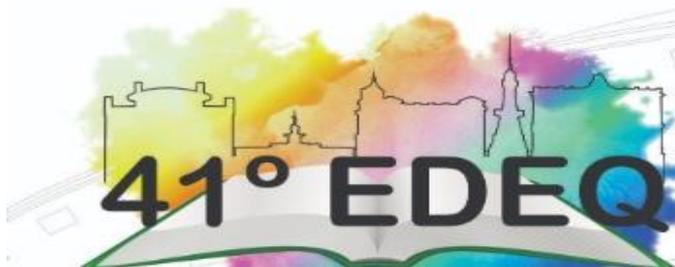


Figura 1 – Diagrama Modelo de Modelagem v. 2 (JUSTI, 2015, p.39).

A elaboração consiste em criar modelos mentais, definir e entender objetivos propostos através do modelo. A expressão está na forma de tornar o modelo acessível aos sujeitos, em qualquer forma de representação. O teste visa avaliar a coerência



com os objetivos do modelo, e a avaliação que corresponde a entender a abrangência e as limitações do modelo em diferentes contextos (JUSTI, 2015).

Cabe ressaltar que a proposição do modelo não se apresenta fixa ou como uma sequência linear de etapas determinadas. E sim, considera a relação entre todos os estágios do processo, que conforme são elaborados, expressados, testados e avaliados, permitindo melhores compreensões ao fenômeno ou situação investigada (JUSTI, 2015). O diagrama apresenta uma organização e estabelece diretrizes para que o estudante seja capaz de formular e de reformular seus próprios modelos, ao testá-los e ao avaliá-los frente a outros modelos, incluindo os cientificamente estabelecidos, compreendendo suas possibilidades e limitações. Na sequência, seguem outros estudos presentes na literatura, seguido de algumas das suas potencialidades ao contexto do ensino de Química.

Souza e Justi (2010) desenvolveram a pesquisa em uma turma de ensino médio, no ensino da energia das transformações químicas, e utilizaram-se do diagrama de modelagem como orientação (Figura 1). Os resultados evidenciaram contribuições significativas em vários processos, como a reestruturação de ideias dos alunos, o envolvimento nas atividades, ainda que em alguns momentos os estudantes apontaram dificuldades na compreensão conceitual e na natureza dos modelos.

Em contexto da Educação Básica e Superior, Mendonça e Justi (2009a, 2009b), desenvolveram atividades para o ensino de ligações químicas, com intuito de favorecer a compreensão dos alunos, através de uma sequência de atividades, com aporte no diagrama de modelagem (Figura 1). Para as pesquisadoras, o favorecimento da aprendizagem deve levar em consideração a natureza metodológica, relacionando a interação e a socialização dos alunos, assim como a mediação docente e os elementos pertinentes à abordagem da modelagem, considerando evidências, ideias prévias e testagem dos modelos.

No estudo de Yeşiloğlu (2019), abordou a modelagem conceitual dos elementos químicos/átomos radioativos, assim como a discussão sobre a importância da relação entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da natureza Química ao investigar a compreensão dos professores de Química em formação em um Laboratório de Físico-Química, em 2018. Como resultado, o estudo apontou que os conhecimentos prévios dos participantes não eram científicos e demonstraram muitos equívocos e confusões conceituais, durante as atividades. No estudo ficaram evidenciadas compreensões divergentes entre participantes no final do curso e na fase inicial de formação, devido à compreensão insuficiente de alguns conceitos. No primeiro processo de modelagem (de criação inicial do desenho e suas explicações) os participantes evidenciaram falhas científicas, mas somente após a validação dos modelos e na comparação com o modelo simulado em laboratório, houve mudanças significativas na compreensão e representação dos modelos. Portanto, os resultados indicam que a modelagem e simulação em laboratório foram eficientes quando utilizadas em consonância (YEŞILOĞLU, 2019).

Realização

Apoio

Em estruturação similar ao diagrama de modelagem proposto por Justi (2015), destaca-se o Ciclo de Modelagem proposto por Couso e Garrido-Espeja (2017). Segundo os autores, a sequência instrucional do modelo divide-se em 6 etapas: 1) apresentar o fenômeno, 2) construir as primeiras explicações, hipóteses, ideias do modelo inicial (expressar e utilizar o modelo inicial), 3) testar as ideias do modelo inicial (avaliar o modelo), 4) construir novos pontos de vista (revisar o modelo), 5) facilitar as instruções das ideias no modelo, explicação, conclusão em consenso (expressar o modelo final) e 6) promover a transferência (utilizar o modelo para explicar os fenômenos) (Figura 2).

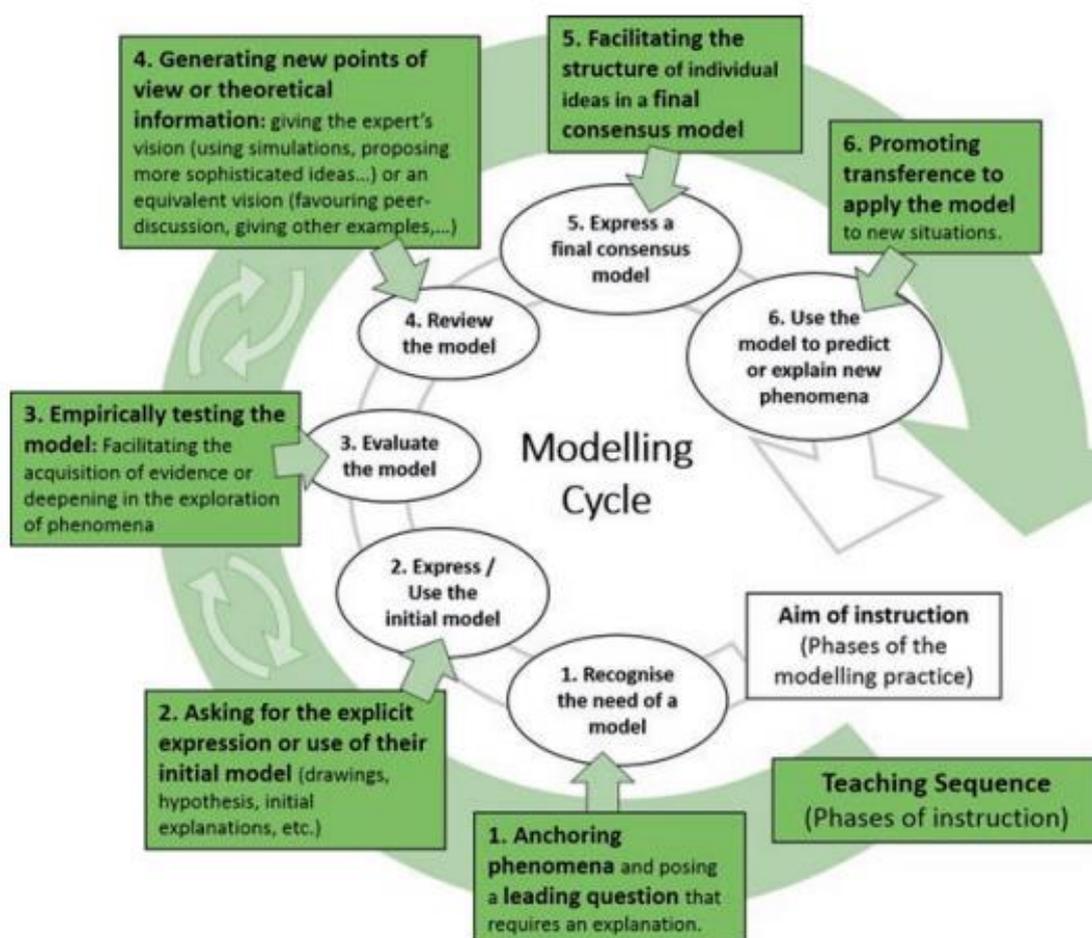


Figura 2 – Ciclo de Modelagem (COUSO; GARRIDO-ESPEJA, 2017, p.248)

Em contextos nacional e internacional, que se utilizaram da modelagem como abordagem metodológica, compreende-se uma preocupação de que o ensino e aprendizagem do sujeito ultrapasse a memorização e repetição, focando em uma perspectiva de alfabetização científica, a partir da reconstrução de conceitos. Ademais, a orientação docente torna-se fundamental neste processo, visto que os



estudantes necessitam de orientação quanto a compreensão dos fenômenos, símbolos e conceitos científicos.

A METODOLOGIA E O CONTEXTO

O presente estudo contempla uma pesquisa qualitativa e bibliográfica, na qual aborda um conjunto de trabalhos já desenvolvidos e que são capazes de fornecer informações atuais e relevantes sobre o tema investigado (MARKONI; LAKATOS, 2003). Ainda segundo Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa bibliográfica compreende-se nas seguintes etapas: a) escolha do tema; b) elaboração do plano de trabalho; c) identificação; d) localização; e) compilação; f) fichamento; g) análise e interpretação; h) redação.

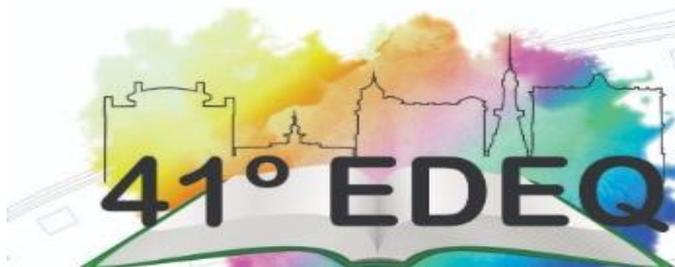
O estudo emergiu no segundo semestre de 2021, na disciplina Seminários II, do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). O Programa possui uma linha de pesquisa de Estudos em Ensino de Química. A disciplina é um componente obrigatório do curso, no qual os pós-graduandos participam como ouvintes e apresentadores de seminários desenvolvidos semanalmente. As temáticas abordadas devem versar sobre assuntos atuais e relevantes da área da Química, e com enfoque interdisciplinar, de modo a apresentar elementos teóricos de contexto nacional e internacional, bem como a apresentação mais detalhada de duas pesquisas desenvolvidas no contexto internacional, sobre o tema selecionado. A disciplina era composta pelo coordenador da disciplina de Seminários e mais dois docentes, que disponibilizavam aos estudantes um artigo científico de revisão internacional, no qual os alunos deveriam escolher um tema vinculado à linha de pesquisa, distinto do seu tema de pesquisa. Nesse sentido, a escolha do tema, para construção do seminário (escrita e apresentação), versou sobre a temática “Modelagem”, a partir da apresentação de duas aplicações da modelagem em conceitos da Química no contexto do Ensino Superior.

Contudo, para o presente estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica na base de dados Springer, na revista internacional *Journal Science & Education*, a partir da palavra-chave “*modelling chemistry*”. Como seleção de artigos, priorizou-se a escolha de 3 artigos mais atuais, a contar do ano 2022, e que abordasse a modelagem a partir de algum conceito químico e/ou temática.

Os artigos selecionados foram: 1) Analysis of High School Students' Argumentative Dialogues in Different Modelling Situations (MARTINS, 2022); 2) Observation and Inference in Chemistry Teaching: a Model-Based Approach to the Integration of the Macro and Submicro Levels (SARITAS; ÖZCAN; ADURIZ-BRAVO, 2021) e 3) Changing How We Teach Acid-Base Chemistry: A Proposal Grounded in Studies of the History and Nature of Science Education (JIMÉNEZ-LISO; LÓPEZ-BANET; DILLON, 2020).

Realização

Apoio



ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No estudo de Martins (2022), a pesquisadora busca compreender os diferentes tipos de argumentação em diversas situações de modelagem, a partir da análise de uma unidade didática de situações cotidianas, científicas e sociocientíficas, aplicadas em uma turma de ensino médio. Segundo Martins (2022), os alunos desconheciam os aspectos da modelagem, e dessa forma, foi necessário explicar aos estudantes sobre a modelagem e sua associação ao fazer ciência.

A investigação baseou-se no ciclo de Modelagem proposto por Gilbert e Justi (2016). A construção da unidade didática, relacionada a modelagem, versou a partir de uma “situação cotidiana”, na construção de um modelo explicando o funcionamento de uma máquina de refrigerantes, no qual deveriam testar e analisar o modelo com as adequações aos objetivos e ao seu funcionamento. Enquanto na “situação científica” o objetivo estava em explicar as propriedades de determinados plásticos (saco plástico de supermercado, caixa de televisão e pneu), relacionando o conhecimento químico conceitual, a partir da busca de informações por parte dos estudantes, a nível submicroscópico e ao qual deveriam testar seus modelos, no intuito de explicar os fenômenos dos materiais analisados. E, por fim, a “situação sociocientífica” que, a partir da criação e expressão do modelo voltado para a solução da problemática de acúmulo de plásticos, busca que os estudantes testem o modelo, utilizando o conhecimento adquirido durante as atividades, validando se o modelo é capaz de explicar quanto a questões que envolvem os aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos, proposto na unidade didática (MARTINS, 2022).

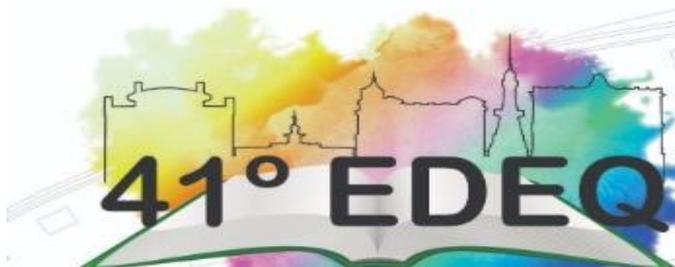
Os resultados evidenciam que os estudantes expressaram movimentos argumentativos com qualidade e engajamento, e com diálogos nas diferentes situações de modelagem avaliadas. Embora os grupos analisados evidenciassem movimentos dialógicos argumentativos diferentes, a autora explica que isso ocorre devido a particularidade de cada grupo, cada composição e construção de perguntas e respostas diversificadas (MARTINS, 2022). A autora também descreve sobre a participação nas situações de modelagem, com contribuições significativas para que os estudantes percebessem a necessidade de explorar e sugerir durante as etapas da modelagem, com destaque para o engajamento no diálogo de investigação (etapas de teste e avaliação do ciclo de Modelagem).

Já no estudo de Saritas, Özcan e Adúriz-Bravo (2021) que teve por objetivo definir um esboço teórico de uma proposição didática baseada em inferências, a partir do uso de modelos, ancorada em bases filosóficas na Ciência e em específico, na filosofia da Química, para estabelecer relações apropriadas entre os diferentes tipos de conhecimento químico e as explicações nos níveis macro e submicroscópico.

Na primeira etapa, a partir de uma experiência em laboratório de uma reação Química de cloreto de hidrogênio gasoso e amônia gasosa, produzindo cloreto de amônio sólido, os participantes, inicialmente, observaram o fenômeno no nível macro

Realização

Apoio



(experiência empírica), após ocorreu à observação com o direcionamento docente, e posterior descrição do fenômeno pela sistematização dos alunos. Como segunda etapa, surgiram as primeiras inferências, frente às observações que realizaram, e ocorreu o processo de reconstrução teórica do fenômeno. Neste momento, o docente orientou as primeiras inferências, no intuito de encorajar as explicações dos alunos, a fim de orientar a evidência ao modelo explicativo do fenômeno. A terceira etapa centrava em recuperar o modelo submicro, a partir de representações padronizadas, como um modelo canônico com partículas se movendo e colidindo. A quarta etapa concretizou a segunda inferência, baseando em modelos, e utilizando-se de representações não linguísticas, neste caso, a reação ácido-base entre cloreto de hidrogênio e amônia. E, posteriormente, uma nova comparação, revisões e inferências, baseada nos conhecimentos teóricos, potencializaram novas hipóteses e avaliações dos fenômenos em estudo com mais sofisticação que a anterior.

Como resultado, sugeriu uma metodologia de ensino estruturada em etapas e sub-etapas, e evidenciou um cenário que permitiu aos estudantes uma abordagem com diversidade de representações, utilizando-se de experimentação e encorajando-os ao trabalho colaborativo e investigativo. Nesse sentido, a proposta baseada em modelagem exigiu dos estudantes habilidades cognitivas e discursivas em evidência com a noção conceitual, “transitando entre empírico e teórico e descritivo e explicativo” (SARITAS; ÖZCAN; ADÚRIZ-BRAVO, 2021, tradução nossa).

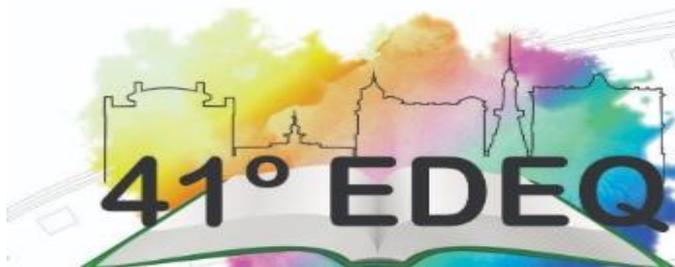
No estudo de Jiménez-Liso, López-Banet e Dillon (2020) se aborda quanto a aprendizagem dos conceitos de ácidos e bases, tanto em contexto de nível médio como no Ensino Superior, com base em pesquisas sobre a história e a natureza da ciência. Os autores apoiaram-se em quatro fundamentos para que os alunos compreendessem os processos ácido-base, sendo eles: vida cotidiana, sociocientífico, currículo e história da Ciência. Como proposta, trazem a atividade prática investigativa e a construção de um modelo histórico baseado no ciclo de modelagem de Couso e Garrido-Espeja (2017) (Figura 2).

O estudo aponta as dificuldades do ensinar o conceito de ácidos e bases para alunos de graduação e pós-graduação, devido as explicações estarem ancoradas, principalmente, nas concepções alternativas, na dificuldade de compreender e aplicar as teorias, e na confusão do desenvolvimento do modelo histórico da teoria ácido-base (JIMÉNEZ-LISO, LÓPEZ-BANET E DILLON, 2020). A proposição do estudo busca estabelecer alternativas ao ensino de ácido-base para o Ensino Médio, ao usar de modelos explicativos construídos a partir de atividades experimentais, a partir do olhar observador do estudante e, desse modo, sejam mais capazes de elaborar, pensar e construir as explicações em um nível submicroscópico, por meio de descrições e explicações da realidade (nível macroscópico) (JIMÉNEZ-LISO, LÓPEZ-BANET, DILLON, 2020).

E enquanto no Ensino Superior, busca-se o modelo associado aos fenômenos usando o termo concreto “*aspectos-chave conectados*” (tradução nossa), o qual

Realização

Apoio



ênfatisa: os propósitos de cada modelo (diferentes definições que explicam a teoria); característica ácido-base de cada modelo científico (considerando os propósitos educacionais dos modelos e explica por que alguns modelos históricos ainda podem ser usados para explicar alguns fenômenos) e escopo, limites e poder explicativo (percebendo as limitações de cada teoria) (JIMÉNEZ-LISO, LÓPEZ-BANET, DILLON, 2020).

Nesse sentido, o estudo trouxe possibilidades quanto a desenvolver a história e a natureza da Ciência, no contexto de aprendizagem conceitual, no ensino médio e graduação em Química. Dessa forma, oportunizando o ensino conceitual, sem sobrecarregar o currículo de química já extenso e concentrado, mas em coerência com a inserção de atividades investigativas e de modelagem que fornecem possibilidades de reflexão sobre como a Ciência é construída (JIMÉNEZ-LISO, LÓPEZ-BANET, DILLON, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na apresentação e discussão da modelagem como metodologia para o ensino e formação em Química, e sua exemplificação através de estudos desenvolvidos na área da Ciência/Química, independentemente de seu contexto de inserção – Educação Básica e/ou Educação Superior – o potencial da abordagem de ensino, instiga a participação dos estudantes no processo de ensino e na aprendizagem, principalmente, pela participação ativa do sujeito, com autonomia e a mediação do professor, além de permitir processos de socialização e ressignificação do conhecimento.

No processo da modelagem, ao que se refere à participação docente, sua mediação aos processos cognitivos dos estudantes possibilita uma formação ampla dos estudantes. A partir do planejamento e execução das atividades, o professor auxilia no desenvolvimento de habilidades e capacidades do estudante na realização de atividades com pensamento autônomo, envolvido com a compreensão dos fenômenos científicos, e com capacidades de descrever, observar e inferir quanto as suas aprendizagens, entre outras potencialidades.

Apesar de algumas limitações na própria utilização da metodologia, como o tempo de desenvolvimento, as dificuldades na compressão dos modelos, por parte docente e dos alunos, provenientes das concepções prévias dos estudantes, a inserção da modelagem está direcionada a construir um pensamento de compreender os fenômenos da natureza da Ciência e de modificar concepções equivocadas do conhecimento, destacando a relevância da modelagem para a aprendizagem de conceitos da Química e sobre a Ciência Química.

Realização

Apoio

REFERÊNCIAS

ALVES, N. B; SANGIOGO, F. A; PASTORIZA, B. S. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior - estudo de caso em duas universidades federais. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 773-782, 2021.

COUSO, D., GARRIDO-ESPEJA, A. Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. In: HAHN, K., JUUTI, K., LAMPISSELKÄ, J., UITTO, A., LAVONEN, J. (Org.) **Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research**. Contributions from Science Education Research, v.3. Springer, Cham, 2017.

DUKERICH, L. Applying modeling instruction to high school chemistry to improve Students' conceptual understanding. **Journal Chemical Education**, n. 92, p. 315–1319, 2015.

GILBERT, J. K; JUSTI, R. Models of modelling: Modelling-based teaching in science education. **Springer International Publishing**, 2016.

JACKSON, J; DUKERICH. L; HESTENES, D. Modeling instruction: an effective model for science education. **Science Educator**. v. 17, n. 1, 2008.

JIMÉNEZ-LISO, M.R., LÓPEZ-BANET, L; DILLON, J. Changing How We Teach Acid-Base Chemistry. **Science & Education**, v. 29, p.1291–1315, 2020.

JUSTI, R. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 31-48, 2015.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo, SP: Atlas 2003.

MARTINS, M. Analysis of High School Students' Argumentative Dialogues in Different Modelling Situations. **Science & Education**, 2022.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem – Parte I. **Educación química**, v. 20, suplemento, p. 282 - 293, 2009.

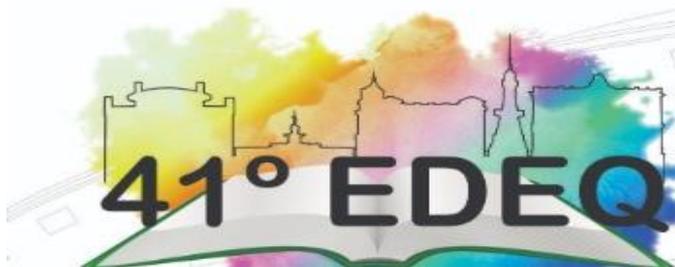
MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem – Parte II. **Educación química**, v. 20, suplemento, p. 373 - 382, 2009.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L; MORAN, J (org.) **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**, Porto Alegre: Penso, 2008.

MOZZER, N. B; JUSTI, R. Modelagem analógica no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n.1, p. 155-182, 2018.

Realização

Apoio



SARITAŞ, D.; ÖZCAN, H; ADÚRIZ-BRAVO, A. Observation and Inference in Chemistry Teaching: a Model-Based Approach to the Integration of the Macro and Submicro Levels. **Science & Education**, n. 30, p. 1289–1314, 2021.

SCHNETZLER, R. P; SOUZA, T. A. O desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no campo científico da Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v.2, n.1, 2018.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SOUZA, V. C. A; JUSTI, R. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações Químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.

WADE, W. Construction and Use of Models in Chemistry. **Journal Chemical Education**, v. 5, n. 2, p. 193–196, 1928.

WELLS, M.; HESTENES, D.; SWACKHAMER, G. A modeling method for high school physics instruction v. 63, n. 7, **American Journal of Physics**, 1995.

YEŞILOĞLU, S.N. Investigation of pre-service chemistry teachers' understanding of radioactive decay: a laboratory modelling activity. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 20, p. 862-872, 2019.

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Realização

Apoio