

MODELAGEM COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

MODELING AS A PEDAGOGICAL STRATEGY FOR CHEMISTRY TEACHING

Deyvisson Dayllon Pereira Gomes
deyvissondayllon@hotmail.com

Jardiene Manuela Santos da Silva Azevedo 2
Jardiene.silva@barreiros.ifpe.edu.br

RESUMO

A criação de modelos que buscam representar de forma mais fidedigna o que acontece em um determinado sistema é um mecanismo usado pela ciência desde os primórdios do saber científico. Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos (Maia; Justi, 2008, p. 33). Eles possibilitam uma interpretação da realidade sem, contudo, ser uma fiel cópia da mesma, para Morrisson e Morgan (1999) eles possuem caráter limitado, permitindo mudanças e tornando o conhecimento mais flexível. Essa mesma ferramenta pode ser utilizada nas práticas de ensino e, nesse contexto, situa-se sua aplicação aos conteúdos químicos de nível médio. A modelagem no ensino de Química ainda é uma estratégia pouco explorada no âmbito pedagógico. A sua utilização fornece ao estudante um arcabouço cognitivo que ele poderá usar para dar sentido a conceitos que detêm maior complexidade, auxiliando na compreensão de determinados assuntos. Diante do exposto, buscamos responder ao seguinte problema: como as práticas de ensino de Química, desenvolvidas com o uso da modelagem, contribuem para construção do conhecimento? Esta pesquisa teve como principal objetivo analisar as práticas desenvolvidas com o uso da modelagem enquanto estratégia didática aplicada ao ensino e suas contribuições para a construção do conhecimento químico. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico do tipo qualitativo exploratório, observando os artigos que tratam sobre a temática, num recorte temporal de 2015 a 2023. A partir da análise descritiva dos três estudos encontrados, que tratam sobre a temática, foi possível perceber que o uso da modelagem no ensino de Química é uma possibilidade que pode contribuir muito significativamente com a construção e aprendizagem dos saberes que envolvem essa ciência.

Palavras-chave: modelagem; ensino de Química; abordagem didática.

ABSTRACT

The creation of models that seek to more reliably represent what happens in a given system is a mechanism used by science since the beginnings of scientific knowledge. They enable an interpretation of reality without, however, being a faithful copy of it, allowing changes and making knowledge more flexible. This same tool can be used in teaching practices, and in this context, its application to secondary level chemical content is located. Modeling in the teaching of Chemistry is still a strategy little explored in the pedagogical context. Using it provides the student with a cognitive framework that they can use to make sense of concepts that have greater complexity, helping to understand certain subjects. Given the above, seeking to answer the following problem: How do Chemistry teaching practices developed using modeling contribute to the construction of knowledge? This research's main objective was to analyze the practices developed using modeling as a didactic strategy applied to teaching and its contributions to the construction of chemical knowledge. To this end, an exploratory qualitative bibliographical survey was carried out, observing the articles that deal with the topic in a time frame from 2015 to 2023. From the descriptive analysis of the three studies found, which deal with the topic, it was possible to realize that the use of modeling in teaching Chemistry is a possibility that can contribute very significantly to the construction and learning of knowledge that involves this science.

Keywords: modeling; Chemistry teaching; didactic approach.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Maia e Justi (2008), modelagem é uma atividade que tem por objetivo tentar, através de um modelo, demonstrar um conhecimento existente e, possibilitar a sua visualização no intuito de facilitar a apreensão de determinado conceito. A ausência de um modelo pode dificultar o entendimento de um conceito e de determinados conhecimentos, dado seu grau de complexidade e abstração elevados. Conforme Moreira (2014, p. 1): “A modelagem é um componente essencial da construção científica e da construção cognitiva”.

Durante todo processo evolutivo das ciências, esse foi um recurso utilizado, seja para análise do micro, como é o campo de estudo da Química, seja para análise do macro – como no estudo do cosmos realizados por astrônomos. Grandes cientistas, que entraram para a história da humanidade e que deram uma imensa contribuição para chegarmos até o atual nível de conhecimento, valeram-se de modelos – sejam eles matemáticos, físicos, químicos – que foram úteis para descrever e prever objetos que não podíamos enxergar ou mesmo entender o comportamento de outros. E isso só foi possível devido à criação e utilização de modelos, o que confirma sua grande importância.

Nesse contexto, a modelagem sempre fez parte da pesquisa científica e os modelos tiveram um papel de grande relevância na construção do conhecimento humano. De acordo com Maia e Justi (2008), durante o processo de aprendizagem de Química, os alunos encontram muitas dificuldades e desafios, e um deles é, justamente, a abstração dos conceitos que fazem parte da grade curricular do ensino desta disciplina, os quais requerem dos estudantes uma capacidade criativa e de raciocínio apurada.

Essa complexidade pode gerar nos estudantes desmotivação, certa resistência à

matéria e também uma dificuldade por parte do professor na transmissão do conhecimento, que precisará pensar em estratégias que possam ajudar na superação dessas dificuldades.

O ensino de Química possui muitos desafios a serem superados. As escolas do nosso sistema de ensino não estão equipadas da maneira que deveriam estar para assegurar uma qualidade no ensino. A falta de investimentos na formação dos professores, a falta de incentivos na pesquisa científica, a precariedade dos laboratórios, quando disponíveis, tudo isso somado são exemplos de obstáculos que precisam ser superados, tanto pelos discentes como pelos docentes.

A estratégia de utilizar modelagem no ensino é um recurso muito interessante para ajudar o processo de construção do conhecimento e, conseqüentemente, na superação, em parte, desses desafios. Através desse recurso, o estudante pode desenvolver habilidades essenciais que o ajudarão durante toda a sua trajetória escolar, porque ele mesmo poderá criar seus próprios modelos, estimulando a criatividade que é, sem dúvida, um fator fundamental para que se possa atingir determinados objetivos.

De acordo com Maia e Justi (2008), as ciências, em geral, são, por si sós, fascinantes e desafiadoras, com a química não é diferente. Porém, é fundamental a importância do professor, que terá o papel de apresentar para o estudante, esse mundo que para ele é novo. Portanto, a forma como esses novos conhecimentos serão transmitidos terá uma grande relevância para que seja despertado no discente o interesse pelo conhecimento; e, nesse caso em especial, o conhecimento da Química.

Diante disso, tem-se a modelagem que, segundo Maya e Justi (2008), ajudará no processo de entendimento e significação, pois, criando modelos a partir de processos já conhecidos e de domínio do estudante, a compreensão do que está sendo estudado se tornará mais palpável, tangível, tornando o processo de aprendizagem mais eficaz.

Vale salientar que segundo Ferreira e Justi (2008), o objetivo dos modelos não é propor uma realidade incontestável, uma vez que modelos são frequentemente colocados à prova, pois, diante de novas evidências, muitas vezes, fazem-se necessário ajustes ou mesmo a necessidade de que sejam descartados. Não se pretende chegar a uma fiel cópia da realidade, mas desenvolver uma melhor maneira de entender um sistema que, de outra forma, torna-se praticamente impossível, quando, através da modelagem, determinado conhecimento é produzido e assimilado de tal forma que o modelo cumpre o seu papel. Para tanto, porém, é imprescindível um estudo mais apurado, para que essa abordagem seja colocada em prática, testada, comparada e, através de resultados positivos, seja cada vez mais explorada no âmbito pedagógico.

Ante o exposto, este estudo se propõe a responder o seguinte problema: como as práticas de ensino de Química desenvolvidas com o uso da modelagem contribuem para construção do conhecimento? Como objetivo principal, buscou-se analisar as práticas desenvolvidas com o uso da modelagem enquanto estratégia didática aplicada ao ensino de Química e suas contribuições para a construção do conhecimento. Para alcançar este objetivo, realizamos um levantamento bibliográfico dos estudos sobre o uso da modelagem em práticas de ensino, observando o recorte temporal 2015 a 2023, a fim de identificar entre os estudos desenvolvidos nacionalmente os que tratam sobre as práticas de ensino de Química, bem como analisar os processos de construção e emprego de modelos nas práticas de Ensino de Química, observando os limites e as possibilidades face aos processos de organização mental do conhecimento Químico a partir do uso da modelagem.

MODELAGEM, O FAZER CIÊNCIA E A CONSTRUÇÃO DO SABER:

HISTÓRIA E FUNDAMENTOS

Os modelos estão no centro de qualquer teoria, são uma ferramenta utilizada pelos cientistas e são considerados um dos principais produtos da ciência. (Nersessian, 1999). Percebe-se que, durante todo o processo de desenvolvimento científico, os modelos foram utilizados como uma maneira de busca da compreensão da realidade, uma forma de tentar se aproximar o máximo possível do real. Isso não significa que, de fato, seja assim ou que não possam ser mudados à medida que novos conhecimentos vão sendo produzidos (Moreira, 2014).

Um exemplo é a teoria atomística. O conhecimento do átomo foi fundamental para que ciências como a Química fossem desenvolvidas e, na verdade, todo conhecimento químico perpassa a descoberta dessa teoria, pelo fato de que cada vez mais cientistas foram se aprofundando em seu estudo e entendendo como se dava o seu comportamento. Consequentemente foram desenvolvidos vários modelos atômicos.

Em 1808, Dalton criou o primeiro modelo que assemelhava o átomo a uma bola de bilhar, depois Thomson, em 1807, atualizou o modelo proposto por Dalton, afirmando que o átomo era uma esfera maciça e indivisível. Logo após, Rutherford determinou que era formado por duas regiões, o núcleo e a eletrosfera; Niels Bohr propôs as camadas eletrônicas, o que resolveu uma série de limitações do modelo anterior. O referido modelo ficou conhecido como modelo de Rutherford-Bohr. Só então chegamos no modelo atual, o modelo de Schrödinger, o qual propôs os orbitais atômicos.

Esse processo evolutivo do conhecimento é um exemplo do quanto importante é a construção de modelos e o que eles possibilitam. A cada novo conhecimento produzido e à medida que determinado modelo não é mais suficiente para explicar e compreender novas descobertas, eles vão sendo atualizados ou mesmo descartados, dando espaço para que outros sigam surgindo, e, assim possibilitando o avanço do conhecimento. Todo esse processo evolutivo mostra a importância da modelagem e o quanto ela é útil para explicar fenômenos de difícil compreensão, funcionando como método de visualização da realidade.

a. A Importância da Modelagem na Evolução da Química enquanto Ciência

A Química tem como objeto de estudo sistemas que não podem ser visualizados em parte ou no todo. Em uma reação química, a matéria sofre transformações, muitos eventos podem ser percebidos, como, por exemplo, mudança de temperatura, mudança de cor de determinados compostos, se a reação está absorvendo calor, no caso da reação endotérmica, ou liberando calor, quando a reação for exotérmica. Porém, na parte submicroscópica, como nas ligações que estão ocorrendo entre os átomos participantes daquela reação, não há a possibilidade de visualizar e, para melhor compreender o que está ocorrendo, faz-se necessário utilizar modelos que expliquem ou tentem explicar melhor aquela ocorrência.

Embora algumas disciplinas, como a Física, por exemplo, sejam chamadas de ciências exatas, elas não são exatas, são aproximadas. Os modelos científicos dependem das aproximações feitas, de como são controladas as variáveis. As teorias científicas não são definitivas. Certamente, serão superadas por outras melhores, mais explicativas. Os modelos científicos também. (Moreira, 2014, p. 2).

Diante da inexatidão da Química e da necessidade de um raciocínio criativo que busca o entendimento dos processos químicos, a modelagem é sem dúvida uma ferramenta

essencial, de grande importância e necessária para a evolução da Química enquanto ciência. Os modelos propostos podem ser colocados à prova e, se necessário, modificados, atualizados, descartados e assim a ciência é aprimorada e a evolução do conhecimento químico ocorre.

Nas ciências, praticamente todo conhecimento produzido depende de modelos. A verdade é que, sem os modelos, muitas teorias não existiriam. Entende-se, segundo Johnson – Laird, que a modelagem facilita o processo de desenvolvimento cognitivo, bem como, atua como facilitadora para a resolução de uma situação problema.

Ou seja, um modelo que possa ser visualizado dentro da mente de quem está no processo de construção de um determinado conhecimento é imprescindível para tornar este conhecimento palpável e, assim poder produzi-lo, ampliá-lo e construí-lo da melhor forma. Como toda ciência, a Química também lança mão dessa estratégia para continuar avançando e contribuindo com a humanidade em seu campo de investigação.

b. O Emprego de Modelos no Ensino: Um Olhar para a Construção do Conhecimento Científico

O ensino tradicional é veiculado numa perspectiva da transmissão de conceitos e fórmula. Nesse ínterim, o docente transmite o conhecimento científico apenas levando em conta o processo de memorização e conseqüentemente o acúmulo de informações. Porém, esse método, não valoriza o processo humano e o como se chegou a determinado conhecimento. Essas lacunas provocam no estudante a falta de interesse, pois ele não estabelece associação entre os modelos e os processos físicos, químicos e naturais que ele pode perceber de forma empírica na natureza. O professor é tido como detentor do conhecimento e apenas transmite o que sabe para o estudante por meio de aulas expositivas. Ainda nessa concepção tradicional, o sujeito é um expectador passivo da aula e a ênfase está, como mencionado anteriormente, na memorização.

Segundo Freire (1971), este tipo de educação é a chamada “educação bancária”, para ele, essa não é a melhor metodologia de ensino, uma vez que o aluno não participa do seu processo de construção de conhecimento, ele não aprende a ser um ser crítico, apenas reproduz um conhecimento pronto e acabado, transmitido pelo professor como único conhecedor da verdade absoluta.

A modelagem como estratégia pedagógica pode ser usada como uma metodologia ativa. Na metodologia ativa o aluno assume papel principal na construção do seu conhecimento, ele passa a ser sujeito ativo e central desse processo. A metodologia ativa rompe com o ensino tradicional, pois ela utiliza uma prática em que o estudante se envolve ativamente no processo de ensino-aprendizagem, não existe uma hierarquia, professores e alunos aprendem juntos e trocam conhecimentos. A modelagem, nesse sentido, permite que o aluno lance mão de conhecimentos pré-existentes e construa modelos que, antes, se originam em sua mente, depois, em conjunto, são testados e, então, tornam-se facilitadores da construção do conhecimento.

A modelagem em sala de aula, onde cada estudante pode criar seus próprios modelos, além de contribuir com a criatividade, o engajamento dos discentes no processo ensino-aprendizagem, a colaboração mútua de todos para se chegar a um determinado fim, faz conexões entre o que antes era apenas uma informação sem interesse real com o que agora se mostra instigante, provocando o interesse e o desejo pela ciência e pela pesquisa, contribuindo na formação de futuros pesquisadores.

Quando o estudante é provocado a criar um modelo, ele é forçado a fazer conexões entre conhecimentos pré-existentes e os que ele mesmo produzirá. Isso fará com que ele saia de sua zona de conforto e conseqüentemente supere limites. O modelo de educação tradicional, ou, segundo Freire, a educação bancária, traz conhecimentos prontos e acabados, em que o estudante apenas precisa armazenar aquela informação sem, contudo, realmente aprender.

A modelagem como estratégia de ensino faz com que o aluno vivencie novas experiências, ele perceberá a complexidade e as limitações que estão por trás de qualquer desenvolvimento de conhecimento científico e, por isso, cabe uma reflexão sobre o ensino de Química e o uso dessa estratégia.

O ensino de Química por exemplo, muitas vezes, precisa superar algumas barreiras e desafios que surgem durante o processo de ensino-aprendizagem, seja por falta de estrutura das escolas, as quais, muitas vezes, não contam com laboratórios de Química, ou mesmo, com a falta de materiais didáticos necessários para obter dos professores e discentes um melhor desempenho em sala de aula.

Diante dessa problemática, surge o ensino por modelagem como uma alternativa pedagógica com o objetivo de ser mais uma ferramenta disponível na construção do conhecimento químico. É sabido que muitos estudantes demonstram dificuldades na aprendizagem de determinados conhecimentos. A Química se mostra complexa para o discente devido, principalmente, à existência de fenômenos cuja observação ocorre no nível macroscópico, porém os conceitos que consolidam o embasamento teórico pertencem ao nível submicroscópico (Justi, 2010).

Exemplos de conceitos que podem ser melhor compreendidos se usados junto à modelagem como uma das várias opções pedagógicas disponíveis é no ensino de ligações químicas, geometria molecular, entres tantos outros. Conseguir representar através de um modelo detalhes microscópicos e utilizar conhecimentos prévios dos alunos é, sem dúvida, uma maneira de lograr que os estudantes assimilem e se apropriem de forma mais fácil do conhecimento.

Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar a elaboração e o teste de novas ideias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado (Gilbert; Boulter, 1995).

Assim sendo, explorar esse campo é de suma importância para tentar simplificar essa ciência, considerada por muitos estudantes de difícil compreensão. Nas últimas décadas, o papel central que os modelos desempenham na ciência tem sido claramente reconhecido. Uma evidência disso é o grande número de filósofos, de diferentes correntes que têm discutido esse assunto (Cartwright, 1997; Giere, 1999; Morgan; Morrison, 1999; Suárez, 1999).

Segundo Maia e Justi (2008), o processo de aprendizagem de algo não tangível, de uma ciência de aspectos abstratos, como muitas vezes é o caso da Química, proporciona um sentimento de vulnerabilidade frente à complexidade do que deve ser aprendido, porém não significa que não seja positivo. Isso desperta o sentimento de investigação, de busca pelo conhecimento, a necessidade de conceitos prévios já dominados, a lógica, a criatividade e o desenvolvimento de modelos para entendimento do universo que nos rodeia.

Os modelos estão no centro de qualquer teoria, são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência Instituto Federal de Pernambuco. *Campus* Barreiros. Curso de Licenciatura em Química. 27 de dezembro de 2023.

(Nersessian, 1999). Isso não significa que o modelo seja de fato uma representação da realidade, mas apenas uma tentativa de compreensão para que se possa elaborar determinadas hipóteses, realizar investigações e com isso possibilitar a compreensão, mesmo que parcial, do universo que nos rodeia. Na verdade, não é pretensão de um modelo descrever a realidade tal qual ela é, mas ser um instrumento que proporcione um entendimento e cumpra seu papel para o avanço científico.

Fazer uso dessa ferramenta em sala de aula é uma excelente maneira de dinamizar a forma de lecionar, de variar as ferramentas de ensino, de tornar o aluno mais participativo, possibilitando que ele seja autor ativo na construção do seu próprio conhecimento.

c. Modelagem Química: Alguns caminhos possíveis

A compreensão de vários conceitos químicos requer algumas habilidades visuais e espaciais que precisam ser adquiridas. A modelagem química surge como uma opção didática que pode ser adotada com esse objetivo. Através da modelagem, o aluno constrói uma competência representacional que será fundamental para entender determinados conceitos complexos. Um exemplo é a representação tridimensional de moléculas. Essa estratégia didática em Química tem uma utilização bastante ampla e abrangente, uma vez que pode ser usada em muitos conceitos, como no caso da modelagem molecular.

Softwares, com o objetivo de criar modelos, estão sendo mais desenvolvidos, e são recursos que podem ser explorados cada vez mais em sala de aula. De acordo com Andrade Neto e Ramos (2014), ferramentas como essas, além de proporcionar uma amplitude didática, despertam o interesse do alunado, fazendo com que esses sujeitos se concentrem mais e desenvolvam habilidades de pesquisadores, aprendendo, assim, como se dá o processo de construção do conhecimento científico.

Nos tempos atuais, em que o desenvolvimento tecnológico é uma realidade e a sociedade tem sido amplamente transformada, percebe-se que não existe maneira de não ser atingido por essas transformações. Por isso, torna-se, sem dúvidas, extremamente necessário que essa realidade seja utilizada para contribuir com o ensino-aprendizagem, uma vez que ela já está inserida na educação de forma geral. Os professores devem apropriar-se de habilidades para a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula e acompanhar todo esse desenvolvimento a fim de aproveitar esses recursos para disseminar conhecimento e atrair a atenção dos alunos.

O uso dos softwares de modelagem molecular possui uma gama de possibilidades de cálculos e tarefas muito mais complexas, oportunizando a realização de inúmeras atividades que podem envolver processos de pensamento mais abstrusos, como, por exemplo, a predição do comportamento de um determinado sistema químico. Sendo assim, o emprego de softwares de modelagem molecular vai além da visualização e se constitui em poderosa ferramenta de processamento externo de informações. Sem eles não seria possível a abordagem de conteúdos específicos que envolvem cálculos mais intrincados, além de propiciar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades de pensamento mais complexas (Kaberman; Dori, 2007).

Ferreira e Justi (2006), por sua vez, pensando numa perspectiva não tradicional do Ensino de Química, propõem atividades que envolvessem o processo de construção, reformulação e socialização dos modelos que seriam desenvolvidos pelos próprios alunos, e o papel do professor seria o de conduzir as atividades, promovendo ricos contextos e não fazendo julgamentos. Cada atividade possuía um propósito específico, como a construção

do conhecimento químico, o próprio processo de modelagem, a socialização dos modelos elaborados, teste e aplicação desses modelos. Para que a realização das atividades fosse possível, houve a necessidade de que os alunos possuísem alguns conhecimentos prévios, como modelos de partículas para diferentes estados físicos, reação química e noções de transformações, mesmo que associadas apenas em rearranjo de átomos. A proposta de ensino foi desenvolvida em uma turma da primeira série do ensino Médio de uma escola pública federal de Belo Horizonte, composta por 26 alunos. Os alunos trabalharam em grupos (de 4 a 6 alunos).

O primeiro fenômeno em estudo compreendeu a transformação do gás N_2O_4 (dióxido de dinitrogênio) em NO_2 (monóxido de dinitrogênio), por meio do aquecimento de um tubo de ensaio fechado contendo o primeiro gás (aquecimento feito de maneira demonstrativa dada a toxicidade do gás NO_2). A escolha dessa reação específica se deu devido aos gases em questão possuírem cores bem distintas, possibilitando uma melhor visualização da ocorrência da reação química e são simples de serem representadas. Diante do ocorrido, os alunos elaboraram seus modelos a partir dos conhecimentos prévios que já detinham, permitindo, assim, uma reflexão sobre o processo de reação. Para concretizar a formulação dos modelos, os alunos utilizaram massa de modelar, bolas de isopor, palitos, lápis de cor ou outro material que eles tivessem disponível. (Ferreira; Justi, 2006)

Na segunda etapa, houve o resfriamento do sistema trabalhado anteriormente. A mudança da coloração forneceu evidências aos alunos da reversibilidade da reação, diante disso, eles tiveram que representar essa reação através de um modelo, tendo como base o modelo anterior e, se necessário, deveriam formular outro modelo o qual fosse aplicado ao sistema nas duas reações. (Ferreira; Justi, 2006)

A terceira etapa envolveu o sistema NO_2 / N_2O_4 à temperatura ambiente, assumindo uma coloração intermediária entre as que haviam sido observadas nas duas situações a que o sistema havia sido submetido anteriormente. Os alunos novamente precisaram fazer ou reformular seus modelos com base nos modelos propostos por eles nas etapas anteriores. (Ferreira; Justi, 2006)

Depois dessas etapas, eles tiveram a oportunidade de fazer a socialização de seus modelos com a turma a partir da apresentação de suas propostas. Feitas as apresentações, eles tiveram puderam discutir e aprimorar seus conhecimentos, contudo, não houve, por parte da professora, correções ou escolhas de modelos em detrimento de outros, pois a próxima atividade proposta iria ajudar aos alunos a identificarem possíveis equívocos e eles fazerem suas próprias correções. (Ferreira; Justi, 2006)

Outros momentos foram vivenciados nesse estudo, mas o que fica claro é que, além dos softwares, estratégias com o uso de material alternativo também são possíveis na construção de modelos e estas abordagens podem ser visualizadas como um instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem da Química.

Mais para frente, com o trabalho de Andrade Neto e Ramos (2014), que também traz uma reflexão sobre a aprendizagem mediada por computador e as contribuições da modelagem molecular para o ensino de química, os mesmos destacam a preocupação com a comunidade de pesquisadores em ensino de ciências sobre a predominância do modelo de transmissão nas salas de aula de Química. Os autores evidenciam a dificuldade dos estudantes em compreender representações em Química, especialmente as microscópicas e simbólicas, por isso consideram que as habilidades visuoespaciais são cruciais para a compreensão de conceitos científicos, incluindo esta ciência.

O estudo utiliza a teoria da mediação cognitiva como base teórica, enfatizando a Instituto Federal de Pernambuco. *Campus* Barreiros. Curso de Licenciatura em Química. 27 de dezembro de 2023.

interação entre o cérebro e mecanismos externos, como softwares de modelagem molecular. O objetivo principal foi investigar a possível gênese de novas representações e drivers na estrutura cognitiva dos estudantes, após o uso de softwares de modelagem molecular. A pesquisa envolveu um experimento com 5 estudantes, utilizando uma tecnologia microetnográfica, incluindo pré e pós testes-teóricos, modelagem molecular no software Spartan e entrevistas (Andradde Neto; Ramos, 2014)

Os resultados indicaram a aquisição de novas representações e drivers pelos estudantes, evidenciados por mudanças nas formas de visualizar e representar moléculas. A teoria da mediação cognitiva é utilizada para explicar como a interação com os softwares influencia a estrutura cognitiva dos estudantes, promovendo a aquisição de conhecimentos. Em suma, o estudo destaca a importância da modelagem molecular como uma ferramenta educacional eficaz para aprimorar a compreensão de conceitos (Andrade Neto; Ramos, 2014)

Não se esgotam aqui os estudos que tratam e evidenciam claramente o quanto a abordagem de ensino com o uso da modelagem favorece o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, especialmente no que se refere ao ensino de ciências e Química, no entanto, cabe uma reflexão mais aprofundada, observando as contribuições dos estudos desenvolvidos mais recentemente, como proposto no caminho metodológico e na análise de dados apresentados nas próximas seções.

3 METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica exploratória, aquela em que, em sua fase preliminar, tem a finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto investigado, possibilitando sua definição e delineamento, ou seja, facilita o tema da pesquisa, orienta e fixa os objetivos da mesma e formula as hipóteses ou descobre um novo tipo de enfoque para o assunto (Prodanov; Freitas, 2013).

O universo de pesquisa contemplou a base de dados do Google Acadêmico, a partir da qual foi realizado um levantamento dos artigos desenvolvidos entre 2015 e 2023, que tratam sobre a modelagem como estratégia pedagógica para o ensino de Química.

Para a seleção dos artigos, foi considerado o recorte temporal de 2015 a 2023, entre os estudos encontrados, 3 foram selecionados para análise, os quais contemplavam a temática e as categorias conceituais objeto de pesquisa. A análise de dados foi feita de forma descritiva, que visa a descobrir a existência de associações entre variáveis (Gil, 2010).

Foi feito o levantamento dos artigos e, após a sua identificação, foi feita a apreciação a partir da leitura dos resumos e da introdução destes artigos, para averiguação se estavam relacionados à temática. Posteriormente, foi feita uma pré-leitura dos artigos, para conhecer mais a fundo o teor de cada um, para, então, ser feita uma análise detalhada, tendo em vista a contribuição de cada um no presente trabalho.

Os dados identificados no processo de pesquisa foram organizados de forma fidedigna, respeitando as questões que envolvem a ética na pesquisa e apresentados a partir de uma análise descritiva.

4 ENSINO DE QUÍMICA E O USO DA MODELAGEM: A ÓTICA A PARTIR DOS ESTUDOS ANALISADOS

Mediante o levantamento dos estudos publicados nacionalmente sobre o uso

da modelagem e com vistas a responder o problema de pesquisa – a saber: como as práticas de ensino de Química desenvolvidas com o uso da modelagem contribuem para construção do conhecimento? –, buscou-se analisar as práticas desenvolvidas com o uso da modelagem enquanto estratégia didática aplicada ao ensino de química e suas contribuições para a construção do conhecimento tendo como foco três estudos.

O primeiro artigo analisado, intitulado “Relação entre argumento e modelagem no contexto da ciência e no ensino de ciências”, foi um trabalho desenvolvido pela autora Rosária Justi, publicado em 2015. A referida autora aborda a complexa tarefa de caracterizar a ciência, sendo esta um empreendimento humano resultante de processos mentais, os quais carregam consigo grande subjetividade que são destituídas de verdades absolutas.

Destacam-se características fundamentais, como a motivação pela curiosidade, a produção do conhecimento dinâmico e não linear e a constante mutação dos elementos em estudo. O texto ressalta a importância da argumentação como prática na ciência, contextualizando essa afirmação para o ensino de ciências. Enfatiza a necessidade de um ensino autêntico, próximo à prática científica, que envolva os processos de formação e validação do conhecimento, promova a criatividade, apresente estruturas explicativas simples e contribua para soluções sociais, e, nesse ínterim, apresenta a modelagem como uma estratégia pedagógica fundamental no Ensino Médio (Justi, 2015).

Pensando no contexto do ensino de ciências, Justi (2015) destaca a importância das capacidades argumentativas ao definir o argumento como uma afirmação acompanhada de justificativa, sustentada por evidências e argumentação como processo de elaborar e usar argumentos para atingir objetivos, como atribuição de sentido, articulação de ideias e persuasão. Baseado nos estudos de Deanna Kuhn, destacam-se habilidades inerentes à ação de argumentar, como lidar com evidências, elaborar argumentos, contra-argumentar, elaborar teorias alternativas e refutar.

Em sua prática, opta por usar “capacidade” em vez de “habilidade” para abranger significados mais amplos. Discrimina as capacidades argumentativas, como a capacidade de lidar com evidências, envolvendo metacconhecimentos e habilidades de identificação; elaborar argumentos, incluindo diferenciação de dados, reflexão crítica e uso de linguagem científica; contra-argumentar, como capacidade que vai além das habilidades de elaboração de argumento, envolvendo análise de outras perspectiva e identificação de limitações; elaborar teorias alternativas, destacando a importância de considerar múltiplas explicações para um problema; e refutar, envolvendo habilidades como ouvir o outro, análise crítica e uso adequado da linguagem (Justi, 2015)

Diante do exposto, ressalta-se que a aplicação dessas capacidades no contexto científico, ou seja, que a argumentação é essencial para justificar e julgar a adequação de modelos e teorias. Destaca-se a natureza dinâmica e não linear da ciência, enfatizando a discussão e refutação como elementos fundamentais para a construção do conhecimento científico. A modelagem não segue regras fixas, pois se trata de um processo dinâmico e criativo. Apresentam-se quatro etapas inerentes ao processo de modelagem: elaboração do modelo mental, expressão do modelo, teste e avaliação do modelo.

Essas etapas são inter-relacionadas e não há uma ordem fixa para sua ocorrência. O modelo de modelagem proposto no texto inclui etapas exclusivas, como a expressão do modelo mental e a avaliação das abrangências e limitações do modelo. Diante disso, a participação dos estudantes nesse processo favorece a compreensão de ideias científicas e proporciona um entendimento mais amplo sobre ciência. O texto também menciona a produção de unidades didáticas que envolvem os estudantes em todas as etapas de modelagem, promovendo a construção do conhecimento por meio da interação social e troca

Instituto Federal de Pernambuco. *Campus* Barreiros. Curso de Licenciatura em Química.
27 de dezembro de 2023.

de ideias entre os alunos (Justi, 2015).

Em trabalhos anteriores, como no caso do intitulado “Modelagem e o fazer ciência”, escrito por Ferreira e por Justi em 2006, que tratam sobre o ensino de Química tradicional, baseado na repetição e memorização de fórmulas sem a devida importância do processo de construção do conhecimento, propõe-se a quebra do modelo usando como estratégia a modelagem. Nesse contexto, identifica-se que, até então, a argumentação não aparecia tão evidentemente quanto no estudo de Justi (2015). Tal fato aponta para as novas perspectivas que os estudiosos têm adotado no tocante ao uso da modelagem aplicado ao ensino, o que significa que o debate neste cenário tem apontado para diferentes caminhos e possibilidades,

O outro artigo analisado, intitulado “Modelagem no ensino de química: alguns fundamentos e abordagens da educação básica ao ensino superior”, foi desenvolvido em 2022, pelos autores Freitas, Kohn e Sangiogo. Nele, propôs-se realizar uma pesquisa qualitativa bibliográfica sobre o tema que deu título a este estudo, objetivando expandir mais o conhecimento sobre a temática, proporcionando a promoção de compreensões e reflexões sobre o uso da modelagem no Ensino de Química.

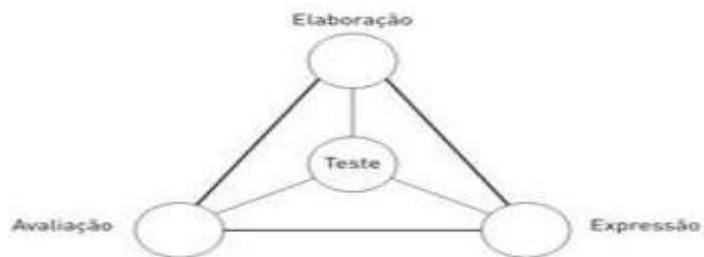
O conhecimento químico comumente é conhecido por se tratar de uma ciência complexa e abstrata, e isso se observa devido à predominância de uma linguagem científica e de difícil compreensão para os estudantes (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021). Muitos docentes precisaram utilizar diferentes abordagens metodológicas como auxílio na prática educativa para superarem as dificuldades que se apresentam, como os exemplos anteriormente citados (Schenetzler, 2002). Pensando nessa perspectiva, o estudo em análise verificou a crescente necessidade de adoção das chamadas metodologias ativas, as quais têm o objetivo de facilitar a absorção do conhecimento científico (Freitas, Kohn; Sangiogo, 2022).

Segundo Moran (2018), essas metodologias obtiveram destaques no processo de ensino aprendizagem, uma vez que elas atuam na participação do estudante em seu próprio processo cognitivo, de maneira flexível, híbrida e interligada. A modelagem surge como parte dessas metodologias, a qual se mostra bastante eficaz como mais uma opção que o professor pode lançar mão enquanto estratégia de ensino para auxiliar os discentes na superação de dificuldades.

O artigo fez um breve histórico sobre o uso da modelagem e apontou que em 1928 procurou-se estabelecer, para a compreensão da estrutura da matéria, um método adequado para apresentação de teorias e conceitos químicos. Foi nesse momento que foi consolidado o conceito de modelagem química.

Partindo deste entendimento, Freitas, Kohn e Sangiogo (2022) escrutinaram estudos desenvolvidos para a área de diversos autores de grande relevância, quando se trata do tema de modelagem como estratégia pedagógica, entre eles, estão incluídos Mendonça e Justi (2009, 2015, 2018) e Mozzer e Justi (2008). O estudo demonstra que, para Justi (2015), existem quatro etapas inerentes ao processo de produção de um modelo: elaboração, expressão, teste e avaliação conforme o seguinte diagrama:

Figura 1 – Diagrama Modelo de Modelagem



Fonte: 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 a 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).

O modelo não é apresentado como uma sequência de etapas fixas, mas, sim, como uma inter-relação entre todos os estágios do processo, permitindo uma compreensão mais aprofundada do fenômeno investigado. O uso de diagramas é enfatizado como uma ferramenta para os estudantes formularem e reformularem seus próprios modelos, testando-os e os avaliando em comparação com outros modelos, incluindo os cientificamente estabelecidos (Freitas; Kohn; Sangiogo, 2022).

O artigo destaca estudos que aplicaram o modelo em diferentes contextos educacionais, como o ensino da energia das transformações químicas, no ensino médio, e atividades sobre ligações químicas, na educação básica e superior. Os resultados desses estudos indicam contribuições significativas para a reestruturação de ideias dos alunos, embora algumas dificuldades conceituais tenham sido observadas (Freitas; Kohn; Sangiogo, 2022).

Um estudo específico abordou a modelagem conceitual dos elementos químicos/átomos radioativos e ressaltou a importância da relação entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da natureza química. Os participantes inicialmente apresentaram falhas científicas em seus modelos, mas, após a validação e comparação com modelos simulados em laboratório, houve mudanças significativas na compreensão e representação dos modelos (Freitas; Kohn; Sangiogo, 2022).

Além disso, o artigo destaca o ciclo de modelagem proposto por Couso e Garrido-Espeja (2017), uma estrutura semelhante ao diagrama de modelagem de Justi, dividido em seis etapas: apresentar o fenômeno, construir o modelo inicial, testar o modelo, revisar o modelo, expressar o modelo final e utilizar o modelo para explicar fenômenos. (Freitas; Kohn; Sangiogo, 2022)

O texto também ressalta a importância da modelagem como abordagem metodológica para promover a alfabetização científica, indo além da memorização e repetição. A orientação docente é destacada como fundamental, fornecendo suporte aos alunos na compreensão de fenômenos e conceitos científicos (Freitas; Kohn; Sangiogo, 2022)

Em resumo, o artigo destaca a aplicação prática da modelagem como estratégia pedagógica no ensino de Química, apresentando evidências de seu impacto positivo na compreensão dos alunos e ressaltando a importância da orientação docente nesse processo.

Por fim, o terceiro artigo analisado, intitulado “Modelagem nas ciências e o ensino de química: um estudo na revista experiências no ensino de ciências”, foi desenvolvido por Pauli e Banotto (2022) e apresenta uma análise sobre práticas pedagógicas baseadas nos pressupostos da modelagem nas ciências na educação básica. O objetivo principal foi compreender como se desenvolvem essas práticas, considerando que os modelos e o processo de criação de modelos desempenham um papel crucial no ensino das ciências, visto que pressupõem ao aluno a condição de aprender ciência.

O termo “modelo” é abordado, pelos autores sob a ótica de Biembengut (2006), como um meio para representar algo, tomar decisões ou ser utilizado heurísticamente para conhecer melhor sobre a situação-problema. O processo de modelagem é destacado como uma abordagem que envolve conhecimentos, experimentação, leitura, observação, organização, classificação de informações levantamento de hipóteses, justificação e comunicação de resultados, contribuindo para os processos de ensino e aprendizagem. A análise dos artigos da revista “Experiências no ensino de ciências” revelou ênfase na representação dos modelos, predominantemente o modelo concreto, utilizando materiais tangíveis. A modelagem é relacionada à elaboração e expressão de modelos (Pauli; Banotto, 2022)

Os resultados destacam que as práticas pedagógicas analisadas visam à compreensão de conteúdo específico e à produção de modelos para facilitar a compreensão de propriedades microscópicas. A conclusão do estudo ressalta a importância da modelagem no ensino de Química como uma estratégia para facilitar os processos de ensino-aprendizagem. A construção de modelos é vista como uma ferramenta que mobiliza os alunos para pensar sobre representações e contribui para os desenvolvimentos de habilidades, como observação, levantamento de hipóteses, organização de dados e argumentação. (Pauli; Banotto, 2022)

Em resumo, o artigo destaca a relevância da modelagem nas práticas pedagógicas de Química, evidenciando como a utilização de modelos podem enriquecer o processo educacional, desenvolvendo habilidades fundamentais nos alunos e contribuindo para a compreensão do conhecimento científico.

Cada um dos trabalhos analisados apresenta abordagens possíveis de serem trabalhadas em sala de aula e, portanto, não restam dúvidas de que a modelagem – seja a partir dos estudos mais clássicos ou dos mais atuais – pode ser vista e adotada como uma estratégia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos. Aqui, aplicamos essas abordagens ao ensino de Química, mas, em um olhar mais amplo, é evidente que pode contribuir para evolução e construção do conhecimento em diferentes áreas do saber científico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante compreender que o sistema de educação no País possui muitos aspectos que devem ser repensados e melhorados. Faz-se necessário, portanto, que se priorize a educação, pois só assim pode-se alcançar patamares mais elevados no que tange aos contextos social e econômicos. Contudo, além de toda a problemática estrutural, há também os desafios que são inerentes ao próprio saber científico, como a complexidade que permeia os temas relacionados a toda ciência que investiga a natureza e exige do estudante um grande esforço cognitivo para absorção de determinados conhecimentos.

A modelagem como estratégia didática tem o papel de ser mais uma ferramenta útil

para a utilização em sala de aula, pois ela atua no campo cognitivo e permite que o conhecimento se torne mais palpável, aproximando-o da realidade do aluno, para, então, tornar-se parte de uma realidade mais concreta.

Além do mais, a modelagem permite que o aluno seja o ator principal de seu processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades, como a criatividade, a qual é fundamental no fazer ciência.

Dessa forma, espera-se contribuir significativamente, através deste estudo, com o pensar e fazer pedagógicos dos futuros docentes da Química, no tocante ao entendimento de que o ensino e as práticas ultrapassam as medidas e paradigmas tradicionais, visto que existem diferentes caminhos possíveis de serem adotados e que, numa perspectiva contextualizada, são facilitadores na compreensão do saber científico. Neste contexto, pode-se afirmar, diante de todo o exposto, que a modelagem não é o único, mas se configura como um dos caminhos facilitadores.

REFERÊNCIAS

ALVES, Natália Bozzetto; SANGIOGO, Fábio André; PASTORIZA, Bruno dos Santos. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior- estudo de caso em duas Universidades Federais. **Química Nova**, v. 44, p.773-782, 2021.

Andra^l de, Neto; Ramos. Estudo da aprendizagem mediada por computador: as contribuições da modelagem molecular para o ensino de química. **Novas tecnologias na educação**, V.12, n.2, junho,2014.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2017.

BIEMBENGUT, M.; HEIN, N. Modelaje matemático como método de investigación en clases de matemáticas. Retrieved 11 01, 2011. 2006

BRIGHENTE, M, F; MESQUIDA, P. Paulo Freire: da *denúncia* de uma educação bancária ao *anúncio* de uma pedagogia libertadora. **Pro-posições**, v.27, n.1(79), Jan./Abr. 2016.

CHASSOL, A, I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Epistême**, Porto Alegre, v.1, n. 2,1996.

COUSO, Digna; GARRIDO-ESPEJA, Anna. Models and modelling in pre-service teacher education: Why we need both. In: **Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research: Selected Papers from the ESERA 2015 Conference**. Springer International Publishing, 2017. p. 245-261.

EBERT, T. A. et al. Biology and ecology of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: aphididae). **Southwestern Entomologist**, v. 22, n. 1, p. 116-153, 1997.

FERREIRA, P; JUSTI, R, . modelagem e o fazer ciência. **Química nova na escola**, n.28, 2008

Instituto Federal de Pernambuco. *Campus Barreiros*. Curso de Licenciatura em Química. 27 de dezembro de 2023.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 1971.

FREITAS, Flávia Moura; KOHN, Paola Bork Abib; SANGIOGO, Fábio André. Modelagem no Ensino de Química: alguns fundamentos e abordagens da Educação Básica ao Ensino Superior. **Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química- ISSN 2318-8316**, n. 41, 2022

GIL, Eric de Souza. Controle físico-químico de qualidade de medicamentos. In: **Controle físico-químico de qualidade de medicamentos**. 2010. p. 511-511.

GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn J. Stretching models too far. In: **Annual conference of the american educational research association, San Francisco**. 1995. p. 18-22.

GIERE, Ronald N. Using models to represent reality. In: **Model-based reasoning in scientific discovery**. Boston, MA: Springer US, 1999. p. 41-57.

JOHNSON-LAIRD, Philip Nicholas. **Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness**. Harvard University Press, 1983.

JUSTI, R. relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e no ensino de ciências. **Revista ensaio**, v.17, n. especial, novembro 2015.

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

MAIA, Poliana Flávia; JUSTI, Rosária. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 03, p. 431-450, 2008.

MENDONÇA, P,C,C; JUSTI, R. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem –part 1. **Didática de la química**. Junho/ 2009.

MOREIRA, M. modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino 1. **Versão estendida de apresentação feita na VIII Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, UNIFRA, Santa Maria, RS, Brasil, 5 a 7 de junho de 2013.**

MOZZER, N.; JUSTI, R. Modelagem analógica no ensino de ciências. *Investigações em ensino de ciências*, v.23, abril, 2018.

MOZZER, Nilmara Braga; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem analógica no ensino de ciências. 2018.

NERSESSIAN, Nancy J. Model-based reasoning in conceptual change. In: **Model-** Instituto Federal de Pernambuco. *Campus Barreiros*. Curso de Licenciatura em Química. 27 de dezembro de 2023.

based reasoning in scientific discovery. Boston, MA: Springer US, 1999.
p. 5-22.

PAULI, D.; BONOTO, D. Modelagem nas ciências e no ensino de química: um estudo na revista experiências no ensino de ciências. 41º encontro de debates sobre o ensino de química. Celebrar a vida, 14 e15 de outubro de 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico2ª Edição. Edito

SASSERON.L, Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação, relações entre ciências da natureza e escola. **Revista ensaio**, v.17, n. especial, novembro 2015.

SASSERON, LÚCIA HELENA. Práticas em aulas de ciências: O estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação. Tese (livre docência), faculdade de educação da universidade de São Paulo, 2018.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. Química nova, v. 25, p. 14-24, 2002.

SOUZA, V.; JUSTI, R. Estudo da utilização da modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas reações químicas. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, v.10, n.2, 2010.

VEIT, E, A; TEODORO, V, D. Modelagem de física / Aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 24, n. 2, Junho, 2002.