

O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA COMO UMA FERRAMENTA PROMISSORA NA CONSTRUÇÃO E AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO

Willian Andrade Prado¹
Ana Cristina dos Santos Silva²
Ana Odalia Vieira Sena³
Eudite Fernandes Carneiro⁴
Kleber Santos Chaves⁵
Benedito Gonçalves Eugenio⁶

RESUMO

O artigo apresenta os resultados de uma pesquisa bibliográfica, do tipo exploratória, sobre o uso de modelos no ensino de Química. Propomo-nos a realizar um levantamento bibliográfico, em artigos científicos, que contemple a discussão aqui proposta, que estabeleça possíveis conexões entre os desafios na aprendizagem da disciplina de química, com foco na abstração e dificuldade de visualização de moléculas e processos químicos, e o uso de modelos (físicos e digitais) como estratégia didática para minimizar possíveis obstáculos (situações do dia a dia escolar) que possam distanciar os estudantes da compreensão dos conhecimentos químicos. Apontamos o crescimento da área de Ensino de Química nos últimos anos e concluímos evidenciando a importância da modelagem para o ensino dessa disciplina.

Palavras-chave: Ensino de Química, Modelos didáticos, Abstração.

INTRODUÇÃO

As dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem das disciplinas das ciências da natureza, que englobam a Química, a Física e a Biologia, tem impulsionado constantes debates sobre a temática em eventos científicos, programas de formação de

¹ Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEn) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (BA), willian.prado@ifnmg.edu.br;

² Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEn) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (BA), anahick2006@hotmail.com;

³ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEn) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (BA), asena@unesb.br;

⁴ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEn) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (BA), euditinha@hotmail.com;

⁵ Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ensino (PPGEn) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (BA), kleber.ksc2@gmail.com;

⁶ Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor titular da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB-BA), benedito.eugenio@uesb.edu.br.

professores e publicações de livros e periódicos, no campo da Educação e do Ensino de Ciências.

Dando ênfase nas pesquisas voltadas ao Ensino de Química, com foco nas dificuldades de aprendizagem desta ciência, encontramos a abstração dos conteúdos, o simbolismo matemático e a manutenção de propostas pedagógicas com viés conservador, como alguns dos fatores que potencializam a dificuldade de compreensão desta disciplina que, por vezes, culmina com a desmotivação e desinteresse por parte dos estudantes em mergulhar no estudo da Química (LOCATELLI, 2018; ROCHA; VASCONCELOS, 2016; SILVA, 2011).

Como professor de Química, especialmente na educação básica, sempre estive atento aos relatos e comentários dos estudantes no que se refere ao processo de ensino e aprendizagem da disciplina. Por vezes, me deparei com estudantes relatando sobre as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos em Química, que muitas vezes acabam sendo muito abstratos para suas realidades culturais, sociais e tecnológicas. Diante dessas narrativas, consideramos fundamental o desenvolvimento de pesquisas na Educação voltadas para o Ensino de Química, de maneira que, essas explorem como a educação escolar pode permitir ao estudante criar pontes explicativas da realidade com fundamentos científicos. E nesse sentido, a aprendizagem em Química torna-se elementar no processo formativo dos jovens.

Segundo Silva e Chaves (2008), a Química é considerada uma disciplina impopular entre os alunos com uma abordagem extremamente mecânica, geralmente baseada em inúmeros símbolos e fórmulas demasiadamente abstratas, o que constrói certa desvalorização de outros processos do raciocínio e de aprendizagens. Do mesmo modo, Evangelista (2007) entende que essa estruturação dos processos de ensino-aprendizagem colaboram para a consolidação de uma realidade onde o baixo rendimento dos estudantes é o que tem de mais concreto no dia-a-dia escolar.

Considerando as dificuldades de aprendizagem da disciplina de química, é preciso ampliar o uso de diferentes metodologias, diversificação de instrumentos, recursos didáticos e experimentos de forma que esses permitam o docente ampliar a possibilidade de acessar o interesse dos estudantes, estimulando-os a serem sujeitos ativos no processo de aprender, participando de maneira colaborativa no exercício de compreensão da realidade a partir dos conhecimentos da Química. Santos e Almeida Neto (2021) discutem a necessidade de se repensar o conceito de aluno e o conceito de ser professor que direciona o fazer docente na direção da formação de um aluno de consciência crítica que aprende ativamente e destacam,



Esses novos conceitos de professor e aluno envolvem métodos, formas, ambiente, instrumentos, planejamentos, processos de avaliação diferenciados, estratégias pedagógicas que possibilitem a formação de um sujeito integral mediado pela consciência crítica. (...) o conhecimento não é mais uma simples representação da realidade externa, é, ao invés, o resultado da interação entre o sujeito que aprende (suas estruturas cognitivas) e suas “experiências sensoriais” (SANTOS; ALMEIDA NETO, 2021, p. 106).

Contrapondo-se à citação anterior, as diversas discussões e pesquisas na área da Educação formal, em destaque para aquelas que assinalam para o processo de ensino-aprendizagem, apontam que na atualidade são persistentes as práticas pedagógicas com viés tradicional e descontextualizadas, que, em sua grande maioria, culminam com a ausência de diálogo e participação dos estudantes em sala de aula. Essa ausência pode contribuir para uma possível desmotivação dos estudantes frente aos processos de aprendizagem, refletindo num provável baixo rendimento. Cabe, neste sentido, destacar que o processo de ensino deve ser pautado em métodos que contemplem o estudante como protagonista do seu processo de aprendizagem, e não mais receptor de informações (SANTOS; ALMEIDA NETO, 2021).

Diante disso, entendemos que é necessário repensar e discutir de forma ampla as questões em torno do Ensino de Química, tendo como perspectiva a busca por caminhos metodológicos, com recursos e instrumentalizações didáticas que possam potencializar os processos de aprendizagem dos estudantes, ou mesmo, minimizar o distanciamento entre o ensino e a aprendizagem, rompendo com a falta de diálogo e participação dos estudantes no processo.

Ao encontro da premissa anterior, de Farias (2014) argumenta que no Ensino de Química cabe ao docente fornecer ao estudante possibilidades e problemas relevantes que possam conduzi-los no processo de construção de modelos mentais mais próximos de modelos científicos, o que acarreta uma espécie de transposição dos conteúdos abordados para situação práticas.

Nesse sentido, entendemos que a aprendizagem - que neste texto problematiza especificamente a aprendizagem em Química - necessita ampliar seu leque de intervenção pedagógica em diálogo com as tendências contemporâneas de ensino, permitindo assim o rompimento com os modelos de símbolos e representação em abstração, para com isso construir relações de aprendizagem mais complexas com o mundo, a cultura e a ciência que nos rodeiam.

Concomitantemente a tais apontamentos, é imprescindível destacar o processo de formação docente, inicial e continuada, visando manter os futuros professores e também os

professores já em exercício, em diálogo com as tendências contemporâneas do Ensino de Química, haja vista a necessidade de pensar a atuação docente no espaço da sala de aula, com vista para um processo de aprendizagem dos estudantes também como sujeitos do conhecimento.

Frente a tais discussões, neste texto nos propomos a realizar um levantamento bibliográfico, em artigos científicos, que contemple a discussão até aqui proposta, que estabeleça possíveis conexões entre os desafios na aprendizagem da disciplina de química, com foco na abstração e na dificuldade de visualização de moléculas e processos químicos, e o uso de modelos (físicos e digitais) como estratégia didática para minimizar possíveis obstáculos (situações do dia a dia escolar) que possam distanciar os estudantes da compreensão dos conhecimentos químicos. Buscamos apontar possíveis lacunas sobre o tema pesquisa.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é qualitativa do tipo exploratória, uma vez que a proposta é explorar um problema de forma mais ampla, não se restringindo apenas a representatividade numérica, o que possibilita considerar os mais variados aspectos relativos ao fato estudado, tal como Gil (2012) e Dias (2000) assinalam em seus estudos.

Com relação ao ensino de Química, segundo Mol (2017, p.501):

[...] o ensino de química migra de metodologias quantitativas para metodologias qualitativas. Isso porque não lida com substâncias, mas sim com pessoas, exigindo melhor descrição do contexto de estudo e compreensão de que em diferentes momentos os resultados podem ser muito diferentes, apesar de se trabalhar com um mesmo grupo de pessoas, sejam professores, alunos ou mesmo contextos de ensino.

A pesquisa qualitativa no Ensino de Química amplia o processo de descrição e compreensão das relações que os sujeitos da pesquisa pensam sobre a temática, objetivando uma análise consistente e contextualizada do tema em estudo.

Quanto aos procedimentos metodológicos esta pesquisa foi delineada seguindo os procedimentos de uma pesquisa bibliográfica. Neste modelo de pesquisa o levantamento dos dados se vale de fonte de “papel” e é desenvolvida com base em material já elaborado (GIL, 2012). As fontes bibliográficas empregadas nesta pesquisa foram publicações periódicas disponíveis em revistas científicas e eventos que discutem Educação e Ensino. As buscas foram realizadas utilizando a ferramenta de busca Google Acadêmico, utilizando expressões



como “ensino de Química”, “dificuldade de aprendizagem em Química”, “abstração e ensino de Química”, como expressões chave para levantamento de *corpus* desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pesquisas no campo do Ensino de Química se desenvolveram expressivamente nas últimas duas décadas no contexto brasileiro. Realizando uma busca na ferramenta de pesquisa do Google – Google Escolar – utilizando como descritor a expressão “Ensino de Química” localizamos 45 mil trabalhos, sendo que mais da metade destes trabalhos datam dos últimos 20 anos, evidenciando a expansão da área de ensino de Química. Essa expansão pode ser verificada também por meio de eventos e periódicos específicos, linhas de pesquisas na pós-graduação, além de programas de pós-graduação dedicados ao ensino da disciplina a exemplos dos PPG da UFRJ, UFSCAR e o PPG profissional em Química em Rede. Realçando a expansão das publicações com o enfoque nesta temática, destacamos que do levantamento prévio, 20.100 trabalhos foram publicados nos últimos 10 anos e, somente no primeiro semestre do ano corrente já se avolumam mais de 800 pesquisas nesta área.

Antes da década de 1960 não havia um campo de pesquisa em Ensino de Ciências estruturado e consolidado como é atualmente, assim como afirmam Hussein e Millati (2017). Segundo Nardi (2015), somente nas décadas de 1980 e 1990, foi que surgiram associações específicas na área do ensino de Biologia, Matemática e Ensino de Ciências. No que tange a especificidade do Ensino de Química, esse se desenvolveu com maior expressividade na década de 1980, sendo essa vinculada a já fundada Sociedade Brasileira de Química em 1977. Ainda é válido ressaltar que no ano de 2018 foi fundada uma entidade científica específica para o Ensino de Química, a Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ), “sendo este um importante passo de representação e de expressão direta de nossa identidade como educadores químicos brasileiros” (SBEnQ, 2021).

Ainda sobre este prisma, Oliveira, Steil e Francisco Júnior (2022) destacam que o aumento significativo das pesquisas na área de Ensino de Química foi garantido por outros aspectos. Um dos fatores marcantes associa-se a criação da área de ensino de ciências e matemática da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no ano de 2000, que proporcionou um crescimento exponencial dos programas de pós-graduação (PPGs) e consequentemente de mestres e doutores, responsáveis por redimensionar numericamente os eventos e as publicações.

A discussão sobre o Ensino de Química no Brasil perpassa pela discussão das reformulações curriculares bem como os processos de formação inicial e continuada de



professores o que abre caminhos para a problematização dos atuais parâmetros norteadores da Educação Nacional, como por exemplo, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC aprovada em 2018. Segundo a BNCC, as disciplinas das ciências da natureza que englobam a Química, a Física e a Biologia, devem contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias.

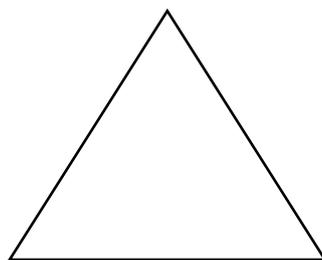
E no que concerne a relação à prática docente, a BNCC (2018, p. 537) indica que é necessário:

[...] focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas.

No documento citado, fica explicitado o horizonte dialógico e complexo que os conteúdos (fenômenos naturais e processos tecnológicos) devem oferecer aos estudantes. Contudo, como afirma de Farias et al (2014), um dos desafios encontrados pelos estudantes no processo de aprendizagem dos conteúdos de Química está na dificuldade de conseguirem transitar entre os modos mentais e “visualizar” como ocorrem os processos químicos em escala molecular. Aqui é importante ressaltar que os modos mentais geralmente são os meios em que os docentes buscam as representações didático-pedagógicas concretas, verbais, simbólicas e visuais.

Para Johnstone (2003), o aprendizado da Química envolve a articulação de três níveis do conhecimento químico: o macroscópico (observação dos fenômenos naturais), o simbólico (corresponde a representação dos fenômenos em uma linguagem científica) e o microscópico (compreensão do universo das partículas submicrométricas como átomos, moléculas, íons), sendo este último o mais complexo de ser ensinado ao aluno, que por sua vez, terão grande dificuldade em compreendê-lo. A inter-relação entre os 3 níveis de conhecimento proposto por Johnstone pressupõe o entendimento e o domínio do conhecimento químico e é representado e conhecido na comunidade científica como o “triângulo de Johnstone”.

Macroscópico



Submicroscópico

Representação

Figura 1: Triângulo de Johnstone (JOHNSTONE, 1993, P. 703). Tradução: próprios autores.

A partir do exposto, é possível inferir que muito vem sendo discutido na área de Educação, Aprendizagem e Ensino de Química. Contudo, há evidências empíricas de pesquisas no cotidiano escolar que apontam que a disciplina ainda não consegue criar pontes mais sólidas com o conhecimento que faça sentido para os estudantes, e isso acaba por criar condições que não exploram o potencial formativo da disciplina e sua contribuição com a formação cultural e científica dos estudantes (PUCHOLOBEK E POSSEBON, 2019; DE FARIAS ET AL, 2014; SANTOS ET AL 2013).

A literatura aponta alguns aspectos presentes no cotidiano das aulas de Química que podem acentuar as dificuldades de aprendizagem por parte dos estudantes. Santos et al (2013) apresentam dados de uma pesquisa que revelam que a base matemática, associada a um tratamento algébrico excessivo, potencializa as dificuldades de aprendizagem da química. Johnstone (2003) já sinalizava para a dificuldade de compreensão da dimensão microscópica da química. Alves (2020) acrescenta que os estudantes ainda compreendem a Química como uma ciência abstrata, além de desconectada de suas realidades. Conforme esse último autor, a manutenção de práticas pedagógicas tradicionais, somadas aos aspectos mencionados, potencializam a visão distorcida da realidade que os estudantes possuem em relação à Química, em que o que há de mais concreto ao final do processo educativo é uma aprendizagem insuficiente e a desmotivação com o estudo desta ciência.

Estreitando a discussão para o contexto da abstração e dificuldade de visualização dos processos químicos em sua escala submicrométrica, Ferreira e Justi (2008, p. 32) apontam que

As dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de Química perpassam, geralmente, o aspecto abstrato dessa ciência. Lidar com aspectos intangíveis aos nossos sentidos proporciona uma sensação de inépcia e vulnerabilidade do que é possível apreender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos.

Frente à necessidade de transposição da abstração da Química, como uma estratégia que visa alcançar uma aprendizagem significativa dos conceitos químicos, articulados com situações reais e que dialoguem com a realidade sócio-cultural dos estudantes, torna-se necessário pensar em processos de formação de professores (inicial e contínua) que mantenham os docentes em constante diálogo como as tendências contemporâneas para o ensino de Química. Para Schnetzler (2002) várias tendências de ensino e de investigação têm permeado a área do Ensino de Química, contribuindo para o seu desenvolvimento e para a melhoria da formação docente em Química. Nessa direção, Pederiva (2020) afirma que o professor precisa estar sempre aberto a repensar sua prática, visando um objetivo maior que é de fato o aprendizado do estudante.

Nesta perspectiva trazemos a discussão para o uso de modelos como uma ferramenta promissora na construção de interações mais efetivas entre os modelos teóricos e fenomenológicos, o que segundo Santos et al (2013), fornece significado ao que se estuda/aprende. Ferreira e Justi (2008) pontuam que um modelo não é uma cópia da realidade, muito menos a verdade em si, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações pessoais. Prestes (2013, p.7-8) acrescenta que

Do ponto de vista pedagógico, argumenta-se que os estudantes devem aprender a desenvolver modelos porque eles são ferramentas didáticas que facilitam a compreensão de um fenômeno abstrato a partir de uma referência concreta e articulada com os conhecimentos prévios dos alunos. Pesquisas recentes em Ensino de Ciências tem mostrado que algumas abordagens pedagógicas do uso de modelos permitiram que os estudantes desenvolvessem uma consciência metacognitiva, assim como forneceram ferramentas para os alunos refletirem sobre sua própria compreensão científica dos fenômenos.

Ainda sob este prisma, Ferreira e Justi (2008) afirmam que a construção e o uso de modelos são fundamentais no processo da pesquisa científica, fazendo parte do processo natural de aquisição de conhecimento pelo ser humano, estando os modelos como ferramentas centrais em qualquer teoria.

No contexto da utilização de modelos no Ensino de Química, Pucholobek e Possebon, (2019) em uma pesquisa desenvolvida com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, observaram que o emprego da modelagem molecular mostrou-se uma ferramenta importante para a evolução da aprendizagem, enfatizando a participação ativa dos estudantes nesse processo o que possibilita a criação de relações significativas através das experiências com a ferramenta.

Ferreira e Justi (2008, p. 36) em uma pesquisa descrevendo uma estratégia didática fundamentada em modelagem molecular direcionada ao estudo do conteúdo equilíbrio químico, afirmam que a proposta didática “contribuiu para um ensino de química mais autêntico, por meio do qual os alunos foram capazes de perceber a ciência como um empreendimento humano, com poderes e limitações”. As autoras ainda pontuaram que por meio dessa estratégia os alunos puderam vivenciar um processo de construção do conhecimento, experienciando momentos de dúvidas e incertezas, sendo assim inseridos de maneira mais realista no que elas denominaram de “*fazer ciência*”, processo que favorece o aprendizado da química de forma mais ampla. Ao longo do processo, as autoras constataram que houve mudanças de ideias dos alunos acerca do conteúdo equilíbrio químico, evidenciando a aprendizagem de aspectos relevantes do conteúdo proposto na pesquisa.

É salutar destacar os avanços que transcorreram nas últimas décadas no campo da tecnologia e comunicação e de que forma estes avanços contribuem para o processo educativo. Estamos inseridos em uma sociedade onde a tecnologia e todos os seus produtos estão cada vez mais presentes em nossa rotina, nos tornando cada vez mais dependentes e atrelados aos avanços tecnológicos. Diante disso, é importante considerar de que forma o processo educacional pode sofrer influência desses avanços.

Souza et al (2021, p. 713) destacam que “o ambiente escolar apresenta cada vez mais recursos que podem ser usados para complementar o chamado modelo tradicional de educação” e ainda que é evidente que haja um maior envolvimento entre tecnologia e educação, uma vez que essa relação já está prevista em muitos trabalhos que avaliam o contexto do ensino e da aprendizagem. Cabe ainda destacar que esse processo de inserção tecnológica no ambiente educacional deve vir acompanhando de processos de formação de professores, mantendo os profissionais da educação em diálogo com as discussões não apenas teóricas, mas também de inserção prática das ferramentas e recursos tecnológicos no ambiente da sala de aula.

Propondo o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais, Raupp, Serrano e Moreira (2009) desenvolveram uma pesquisa na qual propuseram a utilização de um software de construção molecular para o Ensino de Química, utilizando uma ferramenta de construção molecular (2D e 3D) da ACDLabs, o software ChemSketch. Por meio dos relatos dos participantes da pesquisa, os autores concluíram que a utilização deste recurso tecnológico promoveu uma evolução representacional das moléculas, facilitando a compreensão dos conceitos bem como a diferenciação de estruturas orgânicas, bem como a compreensão dos diferentes níveis de representação químicos (bi- e tridimensionais).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De posse dos dados levantados nesta pesquisa bibliográfica, podemos observar a relevância do tema discutido neste ensaio, fato constatado a partir do aumento no volume de publicações voltadas para o ensino de Química nas últimas duas décadas, com foco nas dificuldades de aprendizagem desta ciência, revelando a importância de problematizar e trazer o Ensino de Química para o centro das discussões. Diversas pesquisas abordam aspectos que podem potencializar e contribuir para a dificuldade de aprendizagem da Química, bem como para a desmotivação dos estudantes, estando à abstração e a dificuldade de visualização da representação química nas escalas bi- e tridimensionais no cerne das discussões.

Face ao exposto, torna-se necessário repensar o trabalho docente, buscando trazer para o ambiente escolar propostas de ensino capazes de proporcionar melhor compreensão dos diferentes níveis de representação química, indo da dimensão micro- ao macroscópico, passando pelas representações simbólicas dos processos químicos. Sob este prisma, o uso da modelagem tem se apresentado, como revelam as pesquisas, com grande potencial como um recurso didático capaz de minimizar as dificuldades de compreensão e visualização dos processos químicos, bem como uma estratégia didática que além de dinamizar a aula possibilita uma maior participação dos estudantes no processo de elaboração de conceitos e na consolidação do conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. R. de S. Os objetos de aprendizagem no ensino de química: um levantamento exploratório junto a professores do ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 508-524, 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- DE FARIAS, F. M. C. et al. Construção de um Modelo Molecular: Uma Abordagem Interdisciplinar Química-Matemática no Ensino Médio. **Revista Virtual de Química**, v. 7 n.3, p. 849-863, 2014.
- FERREIRA, P. F. M., JUSTI, R. da S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p.32-36, 2008.
- HUSSEIN, F.R.G.S.; MELATTI, G. C. Constituição do campo de pesquisa em ensino de ciências no Brasil com foco nas pesquisas em educação química. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.23-40, jan./jul. 2017.
- LOCATELLI, Tamiris. A Utilização de Tecnologias no Ensino da Química. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 04, ano 03, p. 5-33, Agosto de 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/tecnologias-no-ensino>, acesso em 20 jun. 2022.
- NARDI, R. A pesquisa em ensino de Ciências e Matemática no Brasil. **Ciência e Educação**. Bauru-SP, v. 21 n. 2, p. 1-5, jun, 2015.



- PEDERIVA, A. B. A. Avaliação de aprendizagem: a importância da formação continuada dos professores. **ABED: Associação Brasileira de Educação a Distância**. Relato de Experiência Inovadora. São Paulo – SP, p. 1-10, 2020.
- PRESTES, M. E. B. Uso de modelos na ciência e no ensino de ciências. **Boletim de História e Filosofia da Biologia**, v.7, n. 1, p. 4-10, mar. 2013. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/37521273.pdf>. Acesso em 10/07/2022.
- PUCHOLOBEK, G., POSSEBON, R. C. V. Modelagem no ensino de química e perspectivas dentro do estágio supervisionado. In. VOIGT, Carmem Lúcia . **O Ensino de Química**. Ponta Grossa-PR: Atena, 2019. p. 70-77. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/04/e-book-O-Ensino-de-Quimica.pdf>. Acesso em 10 jun. 2022.
- RAUPP, D., SERRANO, A., MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p.65-78, 2009.
- SANTOS, A. A., SILVA, R. P., ANDRADE, D., LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p.1-6, 2013.
- SANTOS, M. J. C. dos; ALMEIDA NETO, C. A. de. Teoria da Objetivação: reflexões sobre o engajamento nas aulas de matemática para um aprendizagem colaborativa. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura – REMATEC**, Belém/PA, v. 16, n. 39, p. 10-118, Set-Dez, 2021.
- SOUZA, L. D., SILVA, B. V., ARAUJO NETO, W. N., REZENDE, M. J. C. Tecnologias digitais no Ensino de Química: uma breve revisão das categorias e ferramentas disponíveis. **Rev. Virtual Quím.** v. 13, n. 3, p. 713-746, 2021.
- SBE nQ**: Sociedade Brasileira de Ensino de Química 2021. Sobre nós: História. Disponível em: <https://sbenq.org.br/sobre/>. Acesso em: 09 de junho de 2022.
- SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Quim. Nova**, v. 25, Supl. 1, p. 14-24, 2002.