

## Uso do aplicativo “moléculas” para o ensino de geometria molecular: uma abordagem na perspectiva do mobile learning

Breno Xavier Porto Alves<sup>1\*</sup>, Liliana Fátima Bezerra Lira Pontes<sup>2</sup>, Claudio Gabriel Lima-Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, João Pessoa, Paraíba, Brasil, <sup>2</sup>Docente da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, João Pessoa, Paraíba, Brasil. \*[brenoxpa@gmail.com](mailto:brenoxpa@gmail.com)

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 25/10/2021

### RESUMO

Visualizar moléculas em três dimensões é um dos obstáculos para aprender alguns conceitos químicos, devido à abstração necessária. Esta pesquisa buscou avaliar uma proposta de ensino de química, sob a concepção do mobile learning (aprendizagem móvel). Deste modo, foram lecionadas aulas sobre geometria molecular, participando 45 estudantes do primeiro ano do ensino médio. Os dados da pesquisa foram coletados por meio de questionários e analisados a partir da análise de conteúdo. Com base nos resultados obtidos, notou-se que os alunos consideraram positivo o uso do celular nas aulas e que isso melhorou a aprendizagem. Ainda foi constatado pelos estudantes que o aplicativo adotado melhorou a compreensão do conteúdo e que a metodologia foi boa ou ótima. Observou-se maior motivação e interesse para as atividades com o uso do celular. Este estudo oferece boas perspectivas para a realização de mais pesquisas nesta temática.

**Palavras-chave:** Mobile learning. Aplicativos no ensino de química. Geometria molecular.

## The use of “moléculas” app for teaching molecular geometry: a mobile learning based approach

### ABSTRACT

Visualizing molecules tree-dimensionally can be a barrier for learning chemistry, due to the abstraction required. This study aims to evaluate a chemistry teaching proposal, based on mobile learning. Therefore, classes about molecular geometry were taught to 45 1<sup>st</sup> grade students of a public high school. The data were collected through questionnaires and then analyzed by content analysis. According to the results, most of students considered the experience of using their smartphones in chemistry classes positive, and that its use improved their learning. Students also considered that the app enhanced their comprehension on the subject and the approach were good or great. The results showed students' interest and motivation for using smartphones during pedagogical activities. Therefore, this research shows good perspectives for further studies on this subject.

**Keywords:** Mobile learning. Apps for chemistry teaching. Molecular geometry.

### INTRODUÇÃO

Dispositivos digitais móveis como celulares smartphones têm ganhado sempre mais espaço na sociedade, tendo em vista que facilitam acessar informação de modo

rápido e prático com alguns toques na tela. Especialmente popular entre jovens e adolescentes, estes recursos se tornaram mais e mais presentes na sala de aula, trazendo novos desafios e possibilidades para o ensino (SOUSA; BARBOSA, 2018).

Embora muitos professores demonstrem desinteresse em adotar essas tecnologias, quando bem empregadas, podem favorecer o mobile learning, (aprendizagem móvel), em que o aprendiz pode estar tanto em ambientes formais quanto informais de aprendizagem (NICHELE; CANTO, 2016). Tendo em vista a praticidade em acessar informação a todo instante e em todo lugar, o mobile learning oferece vários benefícios para a aprendizagem nas mais diversas áreas do conhecimento, inclusive no ensino de química (LEITE, 2014).

Johnstone (1993 apud CANZIAN; MAXIMIANO, 2010) sugere três níveis de compreensão do conhecimento da química: o simbólico, o microscópico e o macroscópico. Os alunos tendem a encontrar mais dificuldade com os níveis microscópico e simbólico, visto que há muitos conceitos químicos que demandam uma alta abstração. Somado a isso, segundo Ben-Zvi et al., (1987 apud SETTI; GIBIN; FERREIRA, 2019), esses níveis não se relacionam diretamente com experiências sensoriais, responsável pela construção do pensamento dos alunos. Desta forma, é proposto que se inicie trabalhando as propriedades macroscópicas, e em seguida se utilizar de modelos para aprofundar conceitos microscópicos e simbólicos.

Geometria molecular é um tema de bastante relevância para se abordar no ensino médio os três níveis do conhecimento químico, uma vez que a solubilidade e pontos de fusão e ebulição das substâncias estão intrinsecamente relacionados às interações intermoleculares e polaridade, que, por sua vez, dependem da organização dos átomos no espaço. Para superar as barreiras de aprendizagem nos níveis simbólicos e microscópicos desse conteúdo, como visualizar moléculas em três dimensões (MARTINS et al., 2018), os professores podem recorrer a modelos concretos (MENEZES et al., 2017; SETTI et al., 2019) ou simulação em softwares ou aplicativos (RAUPP et al., 2009).

Desta forma, esta pesquisa buscou avaliar uma proposta de ensino de química, sob a concepção do mobile learning, como forma de potencializar os processos de ensino e de aprendizagem do conteúdo de geometria molecular no ensino médio.

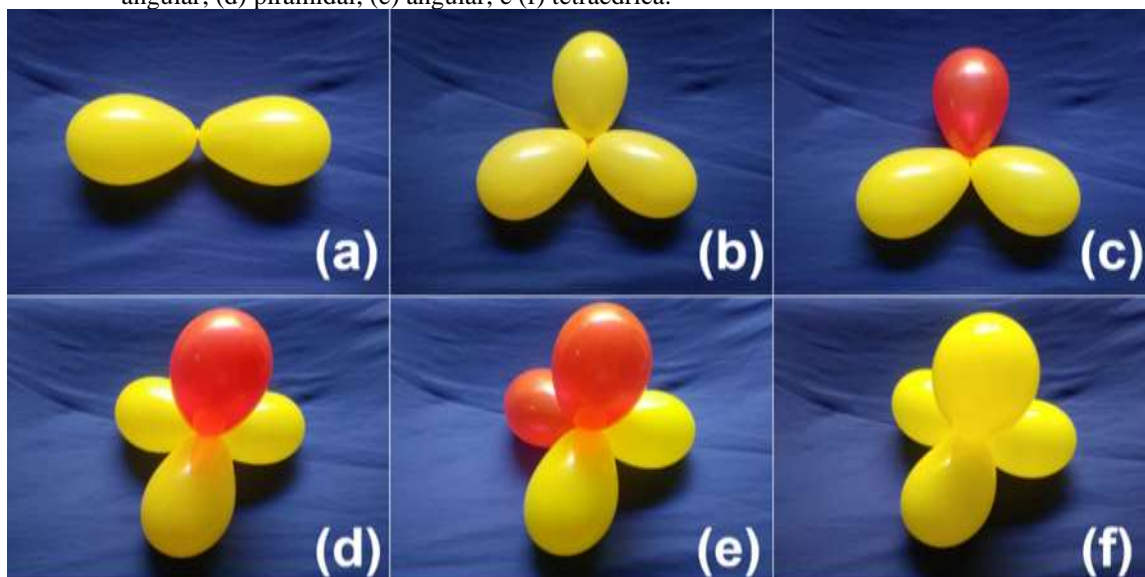
## **METODOLOGIA**

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa predominantemente qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), embora faça uso de dados quantitativos para melhor compreensão dos resultados. O estudo foi realizado com uma turma do primeiro ano do ensino médio de uma escola estadual da Paraíba de regime integral, da cidade de João Pessoa. Na pesquisa participaram 45 estudantes durante quatro aulas sobre geometria molecular.

A primeira aula foi planejada em dois momentos. No primeiro, foi aplicado um questionário prévio para identificar o perfil dos estudantes sobre o uso do celular e o acesso à internet, bem como suas opiniões sobre as experiências do uso desse dispositivo em outros componentes curriculares. Ainda neste questionário, foi avaliado o interesse dos estudantes pela química, suas dificuldades na disciplina e a capacidade destes de relacionar os conceitos abordados em sala de aula com o cotidiano ao qual estão inseridos. Ao final do questionário, foi proposto um problema sobre o que poderia influenciar na diferença das propriedades do diamante e do grafite. No segundo momento, foram apresentados os alótropos do carbono e reproduzido um vídeo, disponível no youtube, intitulado “Afinal, o que é o grafeno?”, abordando a relevância desse material, além de ressaltar como a organização entre os átomos do carbono influencia nas propriedades de seus alótropos.

As segunda e terceira aula foram destinadas ao ensino de geometria molecular, fazendo uso de estruturas de Lewis e utilizando moléculas simples de duas a quatro nuvens eletrônicas em volta do átomo. Para auxiliar na visualização das geometrias, além de despertar o interesse e aumentar o caráter lúdico, foram utilizados modelos didáticos construídos com bexigas para representar as nuvens eletrônicas (MENEZES et al., 2017), nos quais o balão vermelho representa pares de elétrons não ligantes e o balão amarelo, ligações químicas covalentes (simples, dupla ou tripla), como é mostrado na Figura 1.

**Figura 1** - Modelos didáticos com balões de assopro para as geometrias: (a) linear; (b) trigonal; (c) angular; (d) piramidal; (e) angular; e (f) tetraédrica.



Fonte: autoria própria.

Na última aula, utilizou-se o aplicativo “moléculas”, disponibilizado nas lojas de aplicativos por Eduardo Galembeck, que foi previamente instalado nos celulares dos estudantes. O aplicativo disponibiliza, para uso off-line, um compilado de moléculas publicadas no portal da Química Nova Interativa da Sociedade Brasileira de Química. Nessa aula, 33 alunos estiveram presentes e se distribuíram em sete grupos. Cada grupo teve 10 minutos para procurar, usando o aplicativo, a estrutura, as propriedades e as aplicações de quatro alótropos do carbono (o grafite, o diamante, o grafeno e o fulereno) e identificar as geometrias abordadas em sala, conforme estratégias relatadas na literatura (LEITE, 2014; WIJTMANS et al., 2014). Em seguida, cada grupo socializou seus resultados com os demais grupos.

Ao final da última aula, os estudantes responderam um questionário que visou avaliar o uso do celular, o aplicativo “moléculas” e a metodologia adotada. Foi utilizada a análise de conteúdo (BARDIN, 2002) para o tratamento dos dados obtidos com os questionários (compostos por questões subjetivas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Análise do questionário inicial*

Foi aplicado o questionário inicial para identificar eventuais restrições para a aplicação da metodologia proposta, e também sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática a ser abordada.

Foi constatado que apenas 10% dos estudantes não possuíam celular smartphone. A grande parte dos alunos com acesso a esse dispositivo forneceu boas perspectivas para a aplicação da abordagem. Foi pensado na formação de pequenos grupos durante as atividades propostas para incluir os estudantes que não possuíam celular. Também se verificou, na segunda questão, que todos os alunos possuíam acesso à internet, fosse em casa e/ou na escola.

Na terceira questão, perguntou-se os alunos já haviam realizado alguma atividade, proposta por algum professor, que foi necessário utilizar o celular. Os relatos foram de que apenas poucos professores das disciplinas de biologia, português, inglês e matemática, não tendo nenhuma vez, um professor de química feito o uso deste dispositivo em suas aulas.

Uma das possibilidades para essa baixa adesão entre os professores, deve-se ao fato de que a maioria dos professores consideram desvantajoso o emprego dessa ferramenta em aula ou então não possuem domínio ou conhecimento suficiente das metodologias que os empregam, além disso, Bento e Cavalcante (2013) também ressaltam que o número de alunos em cada turma pode dificultar a condução das atividades. Segundo as autoras, muito dos professores que fazem uso do celular em sala de aula tendem a fazer apenas o uso pontual de ferramentas como calculadora, câmera ou tradutor.

Na quarta questão se identificou a opinião dos estudantes sobre o uso e a presença do celular durante as aulas, apontando se seu uso atrapalha ou facilita a aprendizagem. Uma minoria dos estudantes afirmou que o celular dificulta a aprendizagem, sendo considerado uma distração por conta das redes sociais nele instalado. A imensa maioria dos alunos, no entanto, se mostraram favoráveis ao uso do celular, afirmando que pode ser muito útil para a aprendizagem, desde que bem utilizado. Também foi ressaltado as características de mobilidade e a facilidade em acessar informações como pontos positivos. Estes depoimentos estão em harmonia com a literatura, visto que na pesquisa realizada por Batista e Barcelos (2017) é comum que os estudantes sejam favoráveis ao uso do celular como uma ferramenta didático-pedagógica, com a ressalva de que este deve ser usado de maneira bem planejada.

Foi perguntado aos alunos, na quinta questão, se os mesmos gostam da disciplina de química e por quê. A maioria expressiva dos alunos afirmaram gostar de química, mesmo estando ainda no contato inicial com a disciplina, e apenas justificaram

dizendo que é uma ciência interessante e com diversas aplicações no cotidiano, sem entrar em detalhes. Assim, como debatido por Cardoso e Colinvaux (2000), essas respostas vão de encontro com o senso comum de que a química é fortemente rejeitada pelos estudantes.

A sexta questão buscou identificar as dificuldades dos alunos na disciplina de química, pedindo justificativas. A partir das respostas, notou-se que dois terços dos alunos afirmaram sentir algum nível de dificuldade em química. Entretanto, suas justificas se resumiam à complexidade da disciplina e à dificuldade durante a realização de testes e avaliações, não apontando se essa dificuldade também abrange a compreensão de conceitos químicos. A dificuldade durante os exames pode estar relacionada apenas ao caráter somativo das avaliações, não oferecendo fundamentos o suficiente sobre o processo de aprendizagem como um todo. Os principais fatores para a dificuldade de aprendizagem em química, observados por Santos e colaboradores (2013), são a base em matemática, a complexidade dos conteúdos e a prática docente. Considerando que os assuntos de química previsto para a ementa do primeiro ano do ensino médio dificilmente requerem habilidades e competências matemáticas, é possível atribuir as dificuldades relatadas pelos alunos à complexidade dos conteúdos e/ou a metodologia de seus professores.

A sétima questão, um problema foi proposto para que os estudantes dessem alguma explicação para a diferença das características e propriedades entre o grafite e o diamante, levando em conta que ambos são constituídos apenas por átomos do carbono. Pouco menos da metade dos estudantes não conseguiram responder ao problema. Dentre os que responderam, houve relatos sobre a presença de outros elementos químicos na composição do material, a produção e aplicação desses materiais, as propriedades físicas, e, por último, uma parcela de alunos atribuíram as diferenças à organização espacial dos átomos.

Pautado nas respostas coletadas neste questionário, foi possível adaptar a metodologia para atender as necessidades da turma para tornar as atividades mais inclusivas e contextualizadas.

### ***Análise do questionário final***

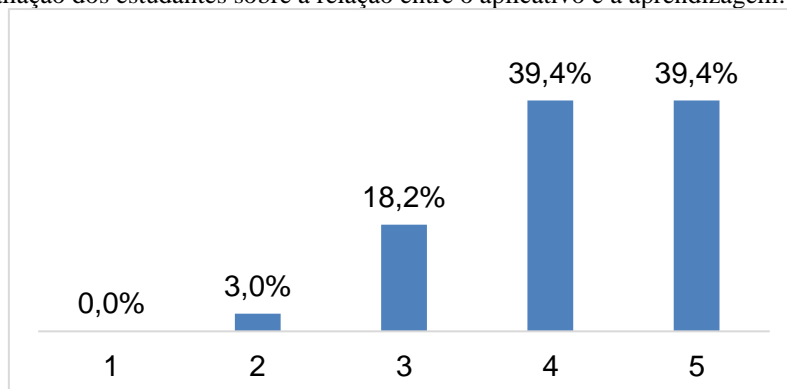
O questionário aplicado ao final das atividades teve como objetivo fornecer dados para a avaliação da metodologia utilizada, da experiência com o celular e do aplicativo “moléculas” pelo olhar dos estudantes.

A primeira questão verificou o interesse dos estudantes sobre o uso do celular nas aulas. Constatou-se nesse momento que maioria dos alunos afirmaram ter um maior interesse despertado nas aulas devido ao uso do celular. Somado a isso, na questão seguinte, que avaliava se o celular facilitava ou dificultava a aprendizagem nas aulas, a maioria expressiva dos estudantes considerou que o uso do dispositivo foi essencial para a aprendizagem, enquanto que alguns consideraram indiferente e nenhum estudante achou que o celular atrapalhou a aprendizagem. Assim, é possível notar como o poder atrativo das tecnologias podem ser facilmente integrados à química, dado o contexto de que a turma nunca havia utilizado o celular intencionalmente nas aulas da disciplina.

A terceira questão verificou a presença de dificuldade durante o uso do aplicativo “moléculas”. As respostas obtidas mostraram que pouco mais de 20% dos alunos sentiram algum nível de dificuldade com a interface do aplicativo. Esse resultado sugere que, mesmo o aplicativo possuindo uma interface intuitiva, ainda há espaço para melhorar a experiência do usuário, em especial para os adolescentes. Entretanto, não pode ser descartada a ideia de que os alunos que sentiram dificuldade, apenas não tiveram a oportunidade ou tempo suficiente para utilizá-lo a fim de descobrir suas funcionalidades.

Para avaliar se o aplicativo favoreceu a aprendizagem de geometria molecular, na quarta questão foi disponibilizada uma escala de Likert, de 1 (“discordo fortemente que o aplicativo favoreceu a aprendizagem”) a 5 (“concordo fortemente que o aplicativo favoreceu a aprendizagem”). De acordo com o apresentado na Figura 2a maioria dos estudantes concordou que o aplicativo os ajudou a aprender melhor o assunto, e entre os demais, apenas 3% acharam que o aplicativo não favoreceu a aprendizagem.

**Figura 2** - Avaliação dos estudantes sobre a relação entre o aplicativo e a aprendizagem.



Fonte: autoria própria.

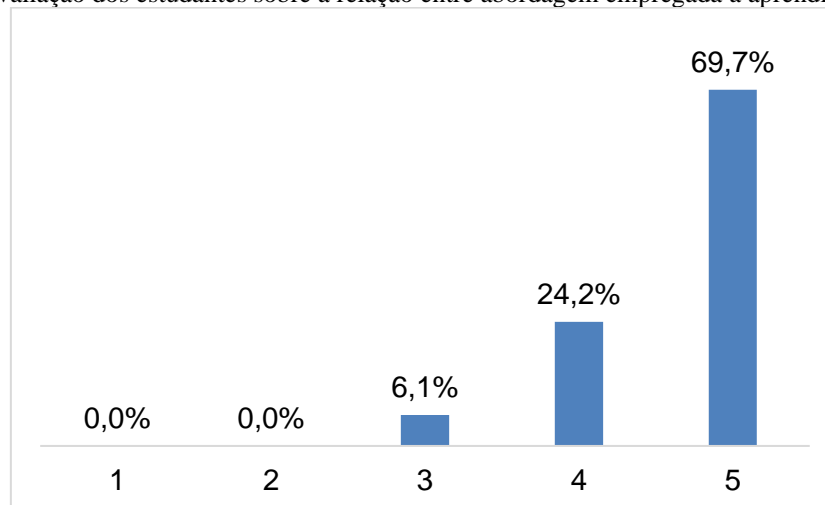
O aplicativo disponibiliza uma breve explicação sobre as propriedades das substâncias e permite a visualização de suas moléculas tridimensionalmente, e por este motivo, pode-se afirmar que o aplicativo oferece mais uma ferramenta para facilitar a aprendizagem, visto que permite aos estudantes fazer relações entre os três níveis do conhecimento químico.

A quinta questão perguntou aos estudantes se eles pretendiam continuar usando o aplicativo para estudar outros conteúdos de química. A maioria dos alunos (72,7%) pretendiam permanecer utilizando o aplicativo para reforçar a compreensão dos demais assuntos a serem estudados na química.

Para avaliar a satisfação dos estudantes com a metodologia, a sexta questão pediu a opinião dos alunos sobre a abordagem adotada, de maneira que justificassem suas respostas. O feedback foi muito positivo, pois 51,5% dos alunos classificaram a abordagem como ótima e o restante como boa. Apenas alguns estudantes deram justificativas e, nestas, pôde-se identificar alguns pontos em comum, como a melhor aprendizagem, o caráter lúdico e a presença da tecnologia nas aulas.

A fim de verificar se a metodologia ajudou na aprendizagem de geometria molecular, na sétima questão foi disponibilizada uma escala de Likert, de 1 (“discordo fortemente que a metodologia ajudou na aprendizagem”) a 5 (“concordo fortemente que a metodologia ajudou na aprendizagem”). Assim como o exposto na Figura 3, a imensa maioria dos estudantes (93,9%) concordaram (4 ou 5) que a abordagem adotada contribuiu positivamente para sua aprendizagem.

**Figura 3** - Avaliação dos estudantes sobre a relação entre abordagem empregada a aprendizagem.



Fonte: autoria própria.



A estratégia empregada tentou estabelecer um diálogo entre professor e aluno através da linguagem digital (PRENSKY, 2001), dado que assim a aprendizagem ocorre de maneira mais significativa. É válido destacar ainda que o uso de dispositivos móveis em ambiente escolar captura o interesse dos alunos por mudar a rotina das tradicionais aulas puramente expositivas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Há professores que ainda resistem em utilizar aparelhos móveis, como celular smartphone, para fins pedagógicos, seja por não terem domínio dessas ferramentas ou por acreditarem que apenas ofereçam distração para seus alunos. Neste sentido, esse estudo trouxe mais uma perspectiva sobre o uso didático-pedagógico do celular, com uma proposta de ensino facilmente aplicável, considerando-se a realidade socioeconômica dos discentes.

Os resultados da pesquisa revelaram que até mesmo uma parcela dos estudantes que apresentavam receios sobre a presença do celular em sala mudou de ideia, após a execução das atividades, apontando que o dispositivo foi facilitador e motivador para aprendizagem. E assim, a metodologia proposta neste trabalho despertou interesse entre os estudantes para participar das aulas, além de convencê-los de que também pode ser uma ferramenta para a aprendizagem.

Os alunos consideraram o aplicativo “moléculas” de fácil interatividade, atuando como um instrumento facilitador para a aprendizagem de geometria molecular. Destaca-se que a capacidade de visualizar as moléculas em três dimensões permitida pelos celulares foi essencial para ajudar a suprir as dificuldades de abstração de figuras geométricas.

Sobre a abordagem, os estudantes foram muito receptivos e a consideraram a consideraram uma experiência positiva, dado que contrastava com às práticas cotidianas de mera exposição, e também afirmaram que promoveu uma aprendizagem fácil sobre os conteúdos. Deste modo, é válido ressaltar que a estratégia utilizada dialogou com os discentes através do uso de tecnologias, conectando o conhecimento químico com seus conhecimentos prévios.

Perante o apresentado, esta pesquisa oferece perspectivas positivas para futuros estudos dentro da temática abordada. Algumas das possibilidades são: associar os jogos didáticos e/ou digitais à metodologia; utilizar outros aplicativos em outros momentos,

como problematização inicial ou mesmo como parte do processo avaliativo e associar o celular ao ensino por experimentação.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.

BATISTA, S. C. F.; BARCELOS, G. T. Análise do uso do celular no contexto educacional. **Revista Renote**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2017.

BENTO, M. C. M.; CAVALCANTE, R. S. Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula. **Educação, Cultura e Comunicação**, v. 4, n. 7, 2013.

CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. Alterações nos sistemas em equilíbrio químico: análise das principais ilustrações presentes em livros didáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

LEITE, B. S. M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 3, p. 55-68, 2014.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, M. G.; FREITAS, G. F. G.; VASCONCELOS, P. H. M. Avaliação Didática dos Materiais Alternativos no Conteúdo de Geometria Molecular: Uma Proposta para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 1, p. 130-148, 2018.

MENEZES, F. L.; SILVA, S. B.; MENEZES, S. C.; SILVA, D. S. O Ensino de Geometria Molecular com Materiais de Baixo Custo. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 4, p. 101-107, 2017.

NICHELE, A. G.; CANTO, L. Z. Ensino de Química com Smartphones e Tablets. **Revista Renote**, v. 14, n. 1, p. 1-13, 2016.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

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. O.; 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, 2013.

SETTI, G. O.; GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Ensino de geometria molecular por meio do uso de modelo físico construído com materiais recicláveis e de baixo custo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 542-557, 2019.

SOUSA, J. B. F.; BARBOSA, M. S. O ensino de química com o uso de tecnologias facilitadoras de aprendizagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 3., 2018, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize, 2018.

WIJTMANS, M.; VAN RENS, L.; VAN MUIJLWIJK-KOEZEN, J. E. Activating students' interest and participation in lectures and practical courses using their electronic devices. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 11, p. 1830-1837, 2014.