

O uso do aplicativo Molecular Geometry no ensino de química

The use of the Molecular Geometry app in chemistry education

El uso de la aplicación de Geometría Molecular en la enseñanza de la química

Ana Paula Saldanha Guedes Paes¹
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi²

Resumo: O ensino de Química é uma área relevante na formação educacional, visto que estabelece as relações entre a constituição, propriedades e transformações dos fenômenos que nos rodeiam. Este trabalho teve como finalidade averiguar as contribuições do aplicativo Molecular Geometry para o ensino de química. A pesquisa realizada foi de natureza básica, de caráter exploratória com uma abordagem quali-quantitativa, utilizando questionários diagnósticos, uso de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) e atividades práticas avaliativas. A pesquisa foi realizada na cidade de Coari-Amazonas, com duas turmas do Ensino Médio (1º e 3º ano). Como resultado, ficou evidente a contribuição do aplicativo para a aprendizagem de Geometria Molecular. Na turma do 1º ano cerca de 92,6% dos alunos acreditam que o aplicativo contribuiu para seu processo de aprendizagem, e na turma do 3º ano, cerca de 96,9% dos alunos acreditam que contribuiu para sua aprendizagem. Desse modo, foi possível averiguar a contribuição das TIC para aprendizagem dos alunos no ensino de química. Verificou-se que a TIC foi uma ferramenta bastante útil e eficaz no estudo de química, visto que permitiu que os alunos conseguissem identificar moléculas projetadas no ambiente virtual e relacioná-la com o conteúdo teórico.

Palavras-chave: *Aplicativos móveis. Ensino de Ciências. Tecnologia de Informação e Comunicação.*

Abstract: *Chemistry education is an area relevance in educational formation, since is establishes the relationships between its constitution, properties, and transformations of the phenomena that surround us. This work aimed to investigate the contributions of the Molecular Geometry app to chemistry education. The research carried out was of a basic nature, with an exploratory character and a qualitative-quantitative approach, using diagnostic questionnaires, the use of Information and Communication Technology (ICT), and evaluative practical activities. The research was conducted in the city of Coari, Amazonas, with two classes of high school (1st and 3rd years). As a result, the contribution of the app to the learning of Molecular Geometry was evident. In the 1st-year class, about 92.6% of the students believe that the app contributed to their learning process, and in the 3rd-year class, about 96.9% of the students believe that it contributed to their learning. Thus, it was possible to investigate the contribution of ICT to the students' learning in chemistry education. It was found that ICT was a very useful and effective tool in the study of chemistry, as it allowed students to identify molecules projected in the virtual environment and relate them to theoretical content.*

Keywords: *Information and Communication Technology. Mobile applications. Science education.*

Resumen: *La enseñanza de Química es un área de gran relevancia en la formación educativa, ya establece las relaciones entre su constitución, propiedades y transformaciones de los fenómenos que nos rodean. Este trabajo tuvo como finalidad averiguar las contribuciones de la aplicación de Geometría Molecular para la enseñanza de química. La investigación realizada fue de naturaleza básica, de carácter exploratorio con un enfoque cuali-cuantitativo, utilizando cuestionarios diagnósticos, uso de Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) y actividades prácticas evaluativas. La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Coari, Amazonas, con dos clases de secundaria (1º y 3º año). Como resultado, quedó evidente la contribución de la aplicación para el aprendizaje de Geometría Molecular. En la clase del 1º*

1 Graduada do Curso de Licenciatura em Ciências Biologia e Química, anapaulasaldanha86@gmail.com.

2 Doutora em Química, Professora da Universidade Federal do Amazonas, klenicy@gmail.com.

año, aproximadamente el 92,6% de los estudiantes creen que la aplicación contribuyó a su proceso de aprendizaje, y en la clase del 3º año, aproximadamente el 96,9% de los estudiantes creen que contribuyó a su aprendizaje. Así, fue posible investigar la contribución de las TIC al aprendizaje de los estudiantes en la enseñanza de química. Se encontró que las TIC fueron una herramienta muy útil y eficaz en el estudio de la química, ya que permitieron a los estudiantes identificar moléculas proyectadas en el entorno virtual y relacionarlas con el contenido teórico.

Palabras clave: Tecnologia de Informação e Comunicação. Enseñanza de Ciencias. TIC.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química é uma área de grande relevância na formação educacional, visto que a Química é uma Ciência da Natureza, que por sua vez, estabelece as relações entre sua constituição, propriedades e transformações dos fenômenos que nos rodeiam (Batista, 2011).

Nesse sentido, o ensino de Química tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores e educadores, visando sempre à melhoria da qualidade do aprendizado dos estudantes (Santos, 2002; Lôbo, 2008; Lima, 2012; Lima, 2016). Assim, a reflexão é um dos principais pilares para o desenvolvimento de metodologias e abordagens pedagógicas que atendam às necessidades dos alunos e as demandas da sociedade.

Um ponto de vista relevante que está sendo amplamente discutido entre as áreas de pesquisas de ensino e educação é a dificuldade que os estudantes do ensino médio enfrentam no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos da disciplina de química, tendo em vista como ela é ensinada nas escolas, seus conceitos se tornam difíceis de serem compreendidos (Lima, 2012). Dessa forma, a busca incessante por um ensino de química de qualidade vem, cada vez mais, se tornando uma tarefa fundamental para a formação de indivíduos mais críticos e conscientes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GEOMETRIA MOLECULAR

A geometria molecular é o estudo de como os átomos estão espacialmente dispostos em uma molécula, ou seja, é o arranjo do átomo

central e dos átomos ligantes distribuídos no espaço, ligado diretamente a ele. Além disso, esses arranjos assumem diferentes formas: Linear; Angular; Trigonal Plana; Piramidal; Tetraédrica; Bipiramidal e octaédrica (Batista, 2023).

Nesse sentido, o conteúdo de geometria molecular está entre os conceitos difíceis de serem entendidos, ao estudar geometria molecular os alunos sentem uma certa dificuldade na visualização de moléculas; em definir o átomo central, ângulos de ligação, como também sobre os elétrons livres e entre outros (Martins *et al.*, 2019).

Além disso, para diminuir a dificuldade dos alunos no estudo de geometria molecular e criar o interesse nos mesmos, o professor deve utilizar meios que facilitem a visualização, de modo a deixar os modelos moleculares mais visíveis aos alunos, buscando também que compreendam a química como uma ciência cujas definições foram obtidas através de observações sobre estudo da natureza (Lorençon, 2019).

Além do mais, segundo Martins *et al.* (2019, p.327 *apud* Jhonstone, 1993) para que se compreenda o processo do conhecimento químico necessita-se entender os três níveis de representação: macroscópico (observação dos fenômenos), microscópico (arranjo e movimento de moléculas, átomos ou partículas subatômicas) e simbólico (expressa por símbolos, números, fórmulas, etc.). Nessa perspectiva, os autores enfatizam que para as compreensões microscópicas e simbólicas acabam sendo mais difíceis para os alunos, visto que são invisíveis e abstratas.

Desse modo, o professor que não opta em usar ilustrações para trabalhar o conceito geométrico encontra mais dificuldades em conse-

guir com que os estudantes compreendam a disposição dos átomos (Sebata, 2006). Dessa forma, torna-se de fundamental importância a utilização de imagens para que os alunos visualizem o tipo de ligação, a geometria molecular, o tamanho dos átomos e os ângulos formados, facilitando entendimento dos conceitos estudados.

Desse modo, para superar essas barreiras de aprendizagem nos níveis simbólicos e microscópicos desse conteúdo, em visualizar essas moléculas em três dimensões, torna-se necessário que o docente recorra a modelos mais concretos ou/ simulações em softwares ou aplicativos.

2.2 TIC PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

A disseminação dos dispositivos móveis com conexão sem fio e interface sensível ao toque, como os *smartphones* e *tablets*, tem frequentemente impulsionado o avanço de novos aplicativos para o ensino em diversas áreas do conhecimento; sobretudo o ensino de Química (Delamuta, 2021).

Nesse sentido, é importante ressaltar que o ensino de química não pode se limitar, a apenas uma mera transmissão de conceitos e teorias. Os alunos precisam compreender a ciência em contextos mais amplos, de forma a conectá-la com a realidade e com as questões sociais, econômicas e ambientais que envolvem a ciência e a tecnologia. Cabe salientar a importância da participação ativa dos alunos no processo de ensino aprendizagem. Para isso, é essencial envolvê-los a se integrarem na ação, e as ferramentas tecnológicas vem se tornando bons recursos tanto para motivá-los quanto para ensiná-los aos conteúdos de química (Rosa; Oliveira; Rocha, 2018).

Nessa perspectiva, com o avanço da tecnologia da informação e da comunicação (TIC), o uso de *software* educacional para o ensino de química vem se tornando ainda mais frequente. Como consequência da pandemia, as ferramentas tecnológicas ganharam mais espaço. Além da comunicação, o uso das tecnologias serve como uma fonte de pesquisa e investi-

gação para os estudantes, além de auxiliar os docentes em sua prática pedagógica (Deus, 2022).

É evidente que as TIC têm contribuído na utilização das tecnologias facilitando na troca de informações e conhecimentos em diversas áreas, e na educação isso não deve ser diferente, pois, devem ser utilizadas como recurso pedagógico e serem inseridas no cotidiano das escolas, já que oferecem cada vez mais, várias ferramentas que podem colaborar para o ensino de química (Leite, 2019).

Dessa forma, o ensino de química requer a utilização de metodologias que incentivem a participação ativa dos alunos, que gerem discussões, debates e resolução de conflitos. Nesse sentido, o uso de aplicativos pode favorecer o ensino-aprendizagem de Química, decorrente das dificuldades impostas pela descontextualização e abstração de diversos conteúdos, dentre eles o conteúdo de geometria molecular (Delamuta *et al.*, 2020).

Diante do exposto, este trabalho pretende averiguar as contribuições do aplicativo Molecular Geometry para aprendizagem dos alunos do 1º e 3º ano do Ensino Médio. O presente aplicativo Geometria Molecular permite que os alunos visualizem exemplos de moléculas se arranjando de diferentes formas geométricas, tornando a sala de aula, um ambiente virtual.

3 METODOLOGIA

A pesquisa possui natureza básica, caráter exploratória, buscando proporcionar ao pesquisador uma maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou construir hipóteses (Gil, 2019). Além disso, esta pesquisa possui uma abordagem quali-quantitativa. As atividades realizadas compõem ações inseridas no projeto de intervenção do Programa Residência Pedagógica, núcleo Química, que foi desenvolvido com uma turma do 1º ano e uma do 3º ano do Ensino Médio.

Nesse sentido, o programa Residência Pedagógica (PRP) é um programa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Su-

perior (CAPES). Assim, o Edital 037/2022, tem por finalidade fomentar projetos institucionais da Residência Pedagógica implementados por instituições de ensino superior, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação inicial de futuros professores da educação básica nos cursos de licenciatura (CAPES, 2022).

A escola de educação básica selecionada pelo programa para que fosse desenvolvidas todas as atividades do projeto foi uma escola

pública na cidade de Coari, Amazonas. A escola oferece três níveis de educação: Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino regular (EJA). Além disso, a escola oferece nos anos finais nos turnos matutino e vespertinos; o ensino médio nos turnos vespertinos e o ensino regular no turno noturno.

As atividades durante o projeto foram desenvolvidas por etapas, assim como descreve o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Etapas do desenvolvimento do projeto de intervenção

| Etapa | Métodos | Duração das atividades | Objetivo |
|-------|---|------------------------|--|
| 1 | -Revisão do Conteúdo; -Seleção dos Aplicativos; -Elaboração dos Questionários | Dois meses | -Revisar o conteúdo de Geometria molecular; -Selecionar e testar um aplicativo para que contemple o conteúdo de Geometria; -Elaborar dois questionários para a coleta de dados; |
| 2 | -Aplicação do questionário inicial; -Aplicação da revisão teórica na escola; | 50 minutos | -Fazer um levantamento de dados; -Revisar com os alunos sobre o conteúdo de Geometria Molecular; -Propor aos alunos do 1º ano, a construção de um mapa mental sobre o conteúdo abordado na revisão. |
| 3 | -Aplicação da Intervenção com o aplicativo; -Aplicação do Questionário Final; | 50 minutos | -Utilizar um aplicativo no ensino de Geometria molecular; -Averiguar as contribuições do aplicativo para aprendizagem dos alunos; -Verificar por meio de um questionário o nível de aceitação dos alunos em relação ao uso do aplicativo nas aulas de Química. |
| 4 | -Análise dos Dados; | Dois meses | -Realizar a análise estatística dos dados. |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do conteúdo de Geometria molecular. Para a pesquisa foi utilizada o banco de dados do Google acadêmico. Em seguida, foi realizada também um levantamento de aplicativos que poderiam ser aplicados no ensino de química,

que contemplava o conteúdo de Geometria molecular para plataformas Android e iOS no Play Store. Para a pesquisa foi utilizada como palavra-chave “Geometria Molecular”. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos aplicativos:

Quadro 2 – Critérios utilizados para a seleção dos aplicativos

| Critérios de Inclusão | Critérios de exclusão |
|---|--|
| Melhor visualização de moléculas; | Aplicativos de difícil visualização de moléculas; |
| Voltado para o ensino de Geometria Molecular; | Que não contemple o conteúdo abordado; |
| Gratuidade do aplicativo | Aplicativos pagos |
| Operação em modo off-line | Que necessite de acesso a internet para seu uso; |
| Fácil manuseio | De difícil manuseio; |
| Sistema operacional para Android e iOS; | Que seu sistema operacional não seja para Android; |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Logo em seguida, ocorreu os testes dos aplicativos para verificar qual se aproximava do objetivo desse estudo. Após, ocorreu a seleção do aplicativo investigado que mais se enquadrava com a proposta.

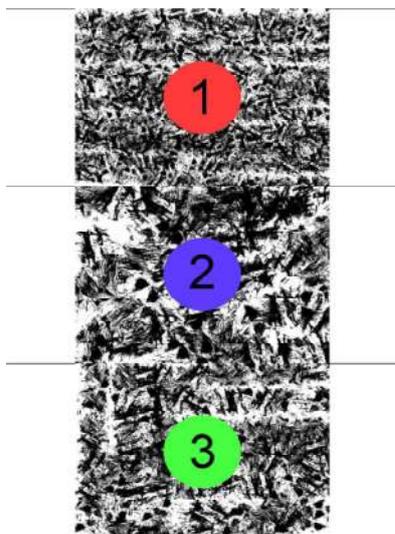
Após isso, foi iniciado a pesquisa de campo aplicando o questionário diagnóstico com perguntas fechadas objetivando averiguar o conhecimento prévio sobre geometria molecular e o ensino de química. Esse projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa e possui o CAAE: 96525718.6.0000.5020.

Em sequência, foi realizada uma revisão teórica do conteúdo de Geometria em uma turma do 1º ano e uma do 3º ano do Ensino Médio. Essa revisão teórica do conteúdo aconteceu em uma aula, com duração de 50 minutos para cada uma das turmas. As aulas realizadas foram expositivas dialogadas, com ilustrações de moléculas relacionadas ao conteúdo.

Logo após aula ministrada, foram repassadas todas as informações de como os alunos deveriam baixar e utilizar o aplicativo *Molecular Geometry* para a próxima etapa que ocorreria do projeto. Ainda nessa etapa, foi proposto ao final das atividades, que eles elaborassem um mapa mental contendo os principais conceitos e suas respectivas classificações acerca do conteúdo ministrado nessa revisão teórica de geometria molecular, visando minimizar as dificuldades que surgissem durante a intervenção.

Em seguida utilizou-se o aplicativo em sala de aula. Para tanto, a atividade ocorreu da seguinte forma: foram divididos os alunos em grupos de 3 a 4 pessoas; posteriormente foram distribuídos 6 cartões problemas para os alunos resolverem com opções no próprio cartão das possibilidades; ao final das atividades, 12 cartões impressos foram disponibilizados com ilustrações obtidos pelo aplicativo para visualizar outros exemplos de geometria.

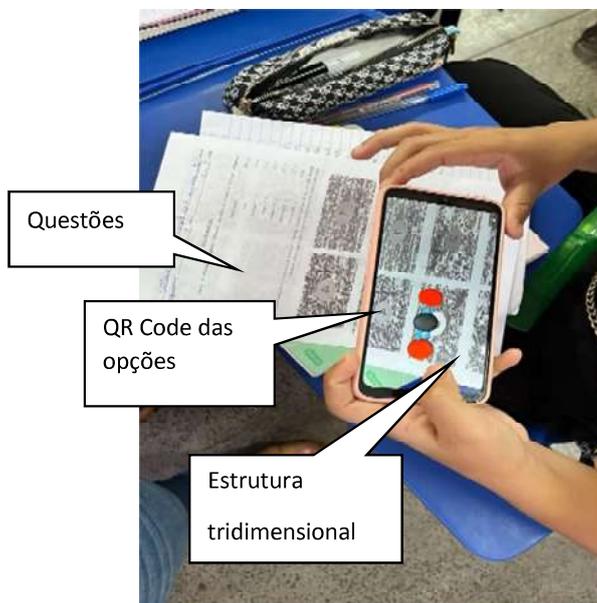
Figura 1 – Cartões com moléculas e a visualização tridimensional das moléculas por meio da câmera de um *smartphone*



Fonte: Aplicativo Molecular Geometry (2024).

Os cartões traziam consigo um código de QR Code, que foi lido com auxílio da câmera do *smartphones* dos alunos, fazendo ilustração de uma molécula com geometria específica, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Visualização de moléculas com o aplicativo



Fonte: Elaborada pelas autoras (2024).

Após o fim dessa atividade ocorreu a avaliação do projeto e do uso do aplicativo por meio de uma roda de conversa e da aplicação do questionário final. Posteriormente foi feita a tabulação dos dados e as análises comparativas e descritivas para a discussão nos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SELEÇÃO DOS APLICATIVOS

Em uma primeira análise acerca do levantamento dos aplicativos que contemplasse

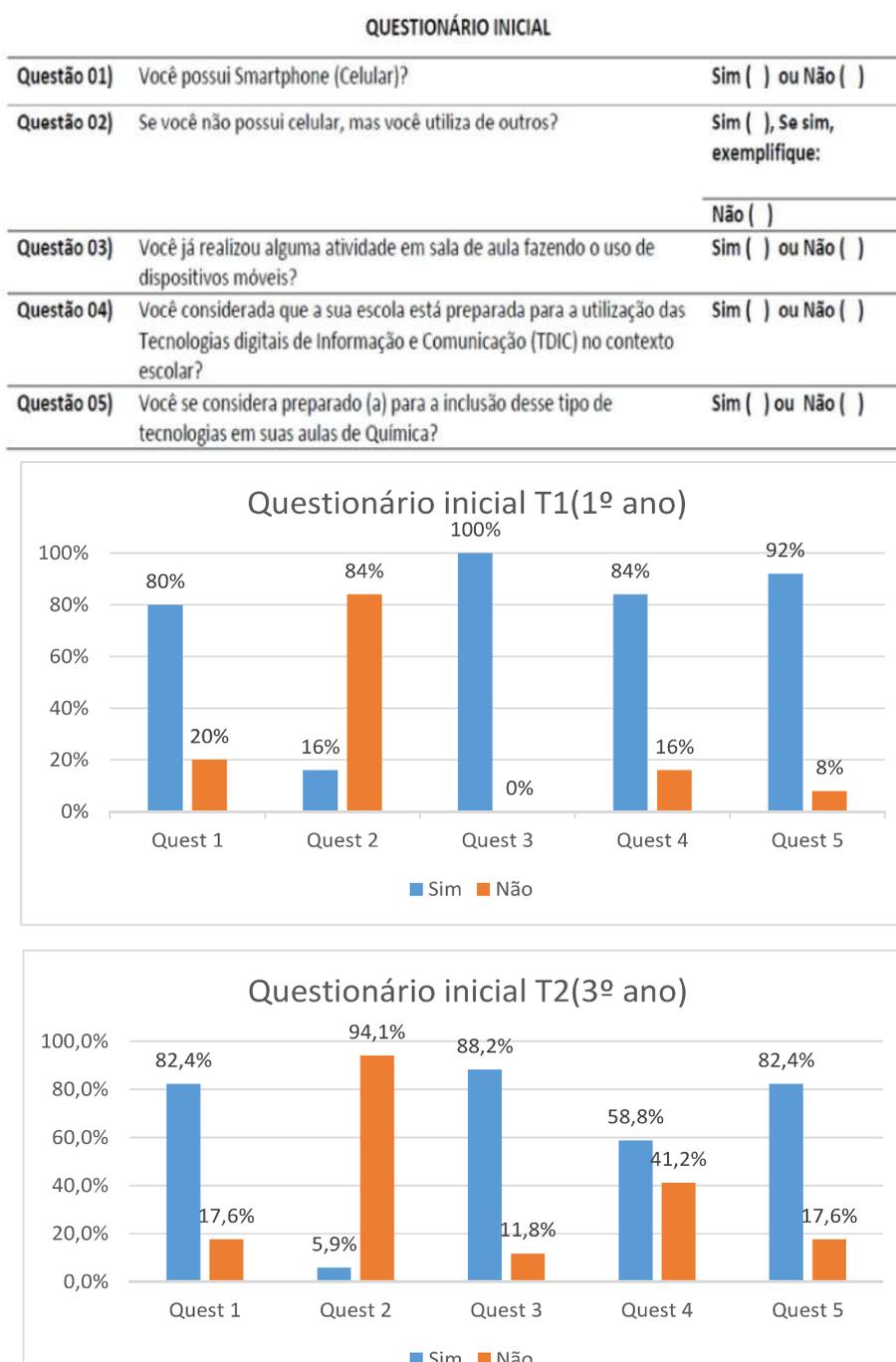
o conteúdo de Geometria Molecular, foram encontrados no play Store os seguintes aplicativos: *Géométrie des molécules* (Molecular Geometry); Atom; Geometria Master; *King-Draw: Chemistry*; Geometria plana e espacial; Atom 3D; Átomos; Elementos e moléculas; *Les molécules-Mirage*; Estúdio em 3D de Moléculas; Moléculas Ar; *3D Chemistry*; e *Bentuk Molekul 3D Simulasi*. Dentre esses aplicativos foi selecionado apenas o *Molecular Geometry*,

que estava mais próximo do objetivo desse estudo seguindo os critérios de inclusão e exclusão.

4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL

O diagnóstico inicial foi realizado com 25 alunos do 1º ano e 34 alunos do 3º ano e as respostas podem ser visualizadas na Figura 3.

Figura 3 – Análise do questionário inicial



Fonte: Elaborada pelas autoras (2024).

Em relação a questão um (1), relacionada se os alunos possuíam *smartphone*, através dessa análise na turma 1 (1º ano), 80% possuíam celular e somente cerca de 20% dos alunos não possuem *smartphones*. Na questão 2, se os alunos que não possuíam celular, utilizavam de outras pessoas, cerca de 8,8% dos estudantes utilizam o celular de parentes. Já a turma 2 (3º ano) cerca de 82,4% possuíam celular, enquanto 17,6% dos estudantes não possuíam celular e apenas 5,9% dos alunos utilizam de outros, bem como foi ilustrado no gráfico 2 acima.

Nesse sentido, essa pesquisa inicial acabou fornecendo uma boa perspectiva para aplicação dessa abordagem, já que a maioria dos alunos possuíam dispositivos móveis. Desse modo, foi pensado na formação de pequenos grupos durante a realização das atividades propostas visando a inclusão dos alunos que não possuíam *smartphones*.

A questão três relacionada com uma sondagem se os alunos já tinham participado de alguma atividade em sala fazendo o uso de dispositivos móveis antes em outras aulas. Na turma 1, todos os alunos já tinham realizado alguma atividade e na turma 2, cerca de 88,2% dos alunos afirmaram que também já tinham feito.

Nessa perspectiva, o avanço da tecnologia da informação e da comunicação (TIC) e o uso de aplicativos para o ensino de química vem se tornando cada vez mais frequente. Além disso, desde o período de pandemia, as ferramentas tecnológicas vêm ganhando mais espaço, servindo como uma fonte de pesquisa e investigação para os estudantes, e auxiliando os docentes em sua prática pedagógica (DEUS, 2022).

A questão quatro (4) averiguava se os alunos consideram que a sua escola estava preparada para a utilização das Tecnologias digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no contexto escolar. Na turma 1, cerca de 84% dos alunos acreditam que sua escola estava preparada para aplicação desse tipo de ferramentas e na turma 2, apenas 58,8% confirmaram essa perspectiva.

Percebe-se que os alunos da turma 1, acreditam que sua escola está preparada e talvez

isso esteja reflexo das práticas pedagógicas que os professores utilizam nas suas aulas. Entretanto, na turma 2 (3º ano) as respostas estavam bem divididas. Em relação a esse assunto, essa dicotomia pode ser relacionada com o fato dos alunos do terceiro ano conhecerem um pouco mais a realidade da escola, como também, por nem sempre terem realizado atividade em sala fazendo o uso de TIC.

A questão cinco (5) estava relacionado se os alunos se consideram preparados para a inclusão de TIC em suas aulas de Química. Foi constatado que na turma 1, cerca de 92,2% se consideram preparados e na turma 2, cerca de 82,4% se consideram preparados para inclusão desse tipo de ferramentas em sala de aula.

4.3 USO DE TIC NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR

Na execução do projeto houve primeiramente a divisão de cinco grupos pequenos contendo 3 a 4 pessoas para que juntos manuseassem o aplicativo e discutissem as respostas acerca do conteúdo. Antes de tudo, foi solicitado na primeira aula quando foi ministrada a revisão teórica para as turmas, que eles fizessem em casa o Download do aplicativo Molecular *Geometry* para a execução do projeto nessa aula. O aplicativo está disponível na plataforma de sistema operacional para Android e iOS, e uma vez feito o download, não necessitava de acesso à internet.

Após os alunos já terem adquirido o aplicativo e se dividirem em grupo, houve uma breve explicação de como ocorreria atividade em sala de aula e uma explicação do manuseio do app para que eles conseguissem manipular com mais facilidade e rapidez.

O aplicativo “Molecular *Geometry*” é desenvolvido para o ensino de Geometria molecular, sendo totalmente gratuito, de fácil manuseio, não necessitando de acesso à internet para seu uso em sala de aula, somente para realizar seu *download*. Esse item é ótimo visto que muitas escolas não dispõem de acesso à internet. Além disso, o aplicativo foi desenvolvido com a finalidade de estimular o compartilhamento de infor-

mações e gerar debates em sala de aula, além de propor uma interação atrativa com o conteúdo ministrado.

Nesse sentido ressalta-se o papel docente como mediador do processo de aprendizagem, atuando como um auxiliador do processo e fazendo do discente um agente ativo na construção do conhecimento (Rocha *et al.*, 2021).

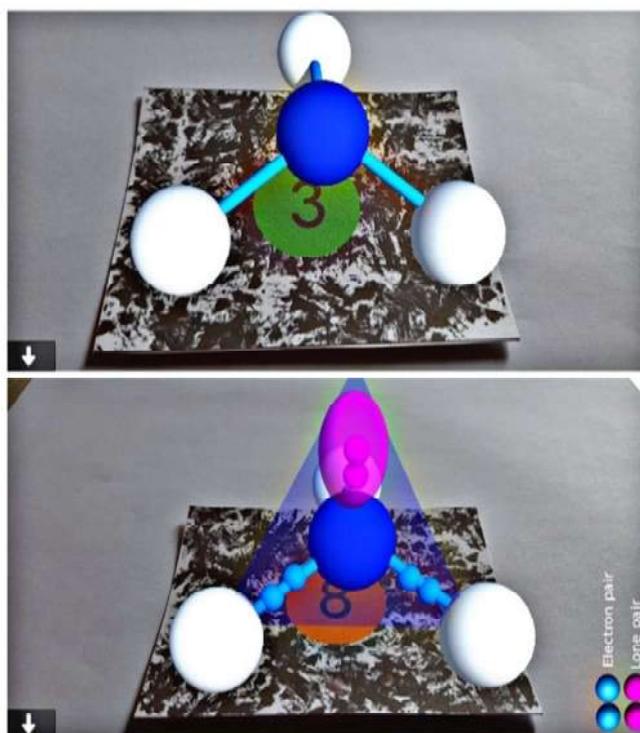
O app disponibilizava cartões com códigos que possibilitavam visualizar de forma tridimensional as principais estruturas geométricas, sendo possível acrescentar problemas/

questões para os alunos resolverem e alternativas contendo as opções no formato de QR-Code.

No projeto, 6 cartões foram utilizados para cada equipe trazendo elementos para resolução, disposto por um código QR Code que podia ser lido com auxílio da câmera do celular, proporcionando a visualização de moléculas no seu arranjo estrutural tridimensional.

A figura 3 ilustra o exemplo do cartão problema 3, que é a molécula da amônia, com seu respectivo cartão resposta de número 8, contendo a estrutura de Lewis.

Figura 4 – Cartões que representam a molécula de Amônia



Fonte: Elaborada pelas autoras (2024).

Desse modo, esses cartões eram compostos desde moléculas mais simples até complexas, que foram impressos para os estudantes conseguirem visualizar a geometria das moléculas. Logo após isso, foram distribuídos 12 cartões para cada grupo, onde os alunos conseguiram lembrar o conteúdo ministrado na aula anterior sobre geometria molecular e puderam visualizar através das simulações em 3D a geometria das moléculas como os seus átomos distribuídos ao redor do seu átomo central.

Os alunos durante uso do aplicativo mostraram muito interesse na atividade, como também conseguiram identificar a geometria de algumas moléculas mais simples e puderam perguntar e esclarecer suas dúvidas em relação ao conteúdo de geometria. Os discentes citavam que acharam bem divertido utilizar o aplicativo e demonstraram ficar entusiasmados com o uso.

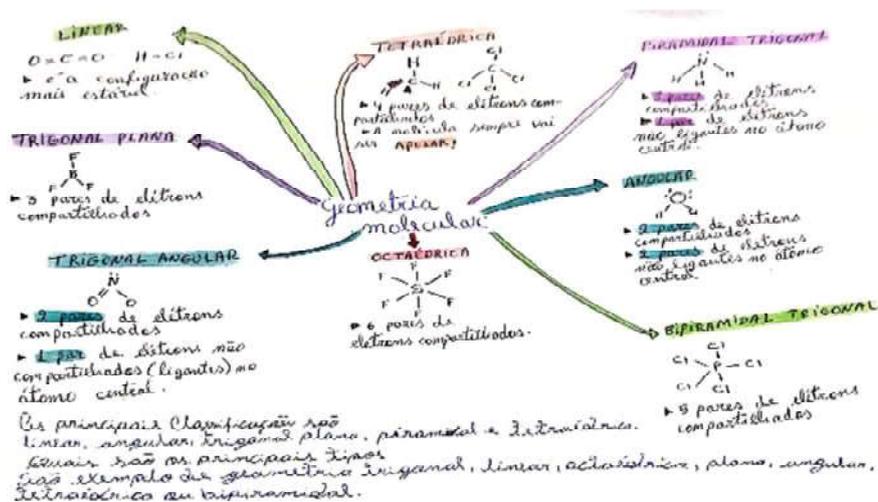
Durante toda execução, para auxiliar os alunos no processo de construção, era min-

istrada uma breve explicação oral em cada grupo sobre cada forma geométrica, dependendo da molécula que eles estavam visualizando. Explicou-se ainda a diferença da classificação dependendo do número de ligação que essa molécula possuía e dos pares de elétrons não ligantes. Também para auxiliá-los, foi escrito

atrás de cada cartão a fórmula molecular de cada uma das substâncias.

Objetivando minimizar as dificuldades e fortalecer o conhecimento, eles levaram o mapa mental contendo os principais conceitos e suas respectivas classificações acerca do conteúdo ministrado na revisão teórica (Figura 5).

Figura 5 – Mapa mental elaborado por uma das equipes.



Fonte: Elaborada pelas autoras (2024).

Os "[...] mapas mentais são diagramas visuais e coloridos, usados para sintetizar as informações mais importantes sobre um determinado conteúdo" (Silva *et al*, 2022, p. 2). Além disso, ao construírem mapas mentais, os alunos reproduzem os conteúdos presentes em suas estruturas cognitivas de maneira mais criativa, e a teoria da aprendizagem significativa é aplicada, tendo os mapas conceituais um papel importantes para auxiliar nesse processo de aprendizagem (Tavares, Muller, Fernandes, 2018).

Assim, todas as turmas conseguiram utilizar o aplicativo. Como solução para os alunos que não possuíam celular, foi pensado na atividade em equipe, onde cada integrante dos grupos emprestava seus *smartphones* para os demais colegas visualizarem, identificando de forma colaborativa a geometria das moléculas e oportunizando a discussão dos problemas em equipe.

Observou-se algumas dúvidas nos grupos da turma de 1º ano, principalmente

relacionadas com os pares de elétrons não ligantes das moléculas, como por exemplo a molécula de NH_3 que sua geometria é piramidal, mesmo possuindo o mesmo número de ligantes que a geometria trigonal plana, ou seja, três átomos ligantes dispostos ao redor do átomo central. Porém foi explicado aos alunos que a principal diferença entre geometria piramidal e a geometria trigonal, é que a piramidal vai conter pares de elétrons livres, diferente da geometria trigonal que não contém. E essas estruturas e diferenças puderam ser visualizadas de forma tridimensional, no app.

Também foi possível observar na aplicação que alguns alunos da turma do 1º ano sentiram uma certa dificuldade em identificar a geometria de algumas moléculas propostas nos cartões problemas, principalmente as mais complexas. No entanto, na turma do 3º ano, observou-se que eles não tiveram tantas dificuldades. Isso pode ser explicado pelo fato deles terem estudado esses conteúdos no pri-

meiro ano, em ligações químicas, e no ano recorrente, como revisão para classes orgânicas.

Em relação ao uso do aplicativo, as duas turmas conseguiram desenvolver as atividades de forma coletiva. Eles também demonstraram interesse, bem como ao final, conseguiram associar as moléculas com sua geometria. Talvez isso seja o fruto de uma aprendizagem significativas.

Segundo Santos e Cirino (2021) na aprendizagem significativa, ocorre com a incorporação de conhecimento novo á estrutura cognitiva do estudante e pode estar associada a um conhecimento prévio relacionado e relevante, já existente nessa estrutura cognitiva. Nes-

se sentido, os autores enfatizam que o estudante primeiro incorpora os conceitos acerca das formas geométricas, como por exemplo: linear, angular, trigonal, piramidal etc., para depois aprender o porquê de cada molécula apresentar uma geometria específica.

4.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL

Objetivando averiguar o nível de aceitação em relação ao uso do aplicativo e suas possíveis contribuições para aprendizagem, foi realizado uma roda de conversa e aplicado um questionário final. Os resultados do questionário podem ser visualizados na Quadro 3.

Quadro 3 – Análise dos questionários finais

| Questão | Turma 1(1ºano) | Turma 2(3ºano) |
|--|--|--|
| 1-Você acredita que o uso do aplicativo <i>Molecular Geometry</i> contribuiu para seu processo de ensino e aprendizagem de Química? | Sim (92,6%) Não (0,0%) Talvez (7,4%) | Sim (96,9%) Não (0,0%) Talvez (3,1%) |
| 2- Qual o seu nível de satisfação ao utilizar o aplicativo em sua aula de Química? | Insatisfeito (3,7%) Satisfeito (40,7%) Pouco Satisfeito (7,4%) Muito Satisfeito (48,1%) | Insatisfeito (3,1%) Satisfeito (68,8%) Pouco Satisfeito (3,1%) Muito Satisfeito (25%) |
| 3- Para você, qual o nível de importância em utilizar aplicativos em suas aulas de Química? | Nenhuma (3,7%) Importante (48,1%) Pouco Importante (0,0%) Muito Importante (48,1%) | Nenhuma (0,0%) Importante(43,8%) Pouco Importante (9,4%) Muito Importante (46,9%) |
| 4- Após uso do aplicativo <i>Molecular Geometry</i> , você se considera preparado (a) para a inclusão desse tipo de tecnologia em suas aulas de Química? | Sim (59,2) Não (3,7%) Talvez (33,3%) | Sim (78,1%) Não (0,0%) Talvez (21,9%) |
| 5-Descreva de forma sucinta, o que você achou do projeto realizado? | | |

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Em relação a 1ª questão, foi constatado na turma 1 (1ºano), que cerca de 92,6% dos alunos acreditam que o aplicativo contribuiu para seu processo de aprendizagem e na turma 2 (3ºano) cerca de 96,9% confirmaram a contribuição do projeto.

Assim, pode-se dizer com base nos dados, que os alunos obtiveram uma aprendizagem significativa do conteúdo de Geometria Molecular, devido ao uso do aplicativo que permitiu que os alunos construíssem seu próprio conhecimento, aproximando-os assim da sua

realidade e permitindo uma melhor visualização das moléculas.

A questão dois (2) relacionada com o nível de satisfação dos alunos em utilizar o aplicativo nas aulas de química, 3,7% dos alunos da turma 1 ficaram insatisfeitos em utilizar o aplicativo, 40,7% ficaram satisfeitos com seu uso, 7,4% ficaram pouco satisfeitos com seu uso, no entanto 48,1% ficaram muito satisfeitos com seu uso. Na turma 2, cerca de 3,1% dos alunos ficaram insatisfeitos em utilizar, enquanto 68,8% ficaram satisfeitos com seu uso, e cerca de 3,1% ficaram pouco satisfeitos com o seu uso e 25% dos alunos ficaram muito satisfeitos com o uso.

Já em relação à questão três relacionada ao nível de importância para os alunos em utilizar aplicativos em suas aulas de Química, na turma 1 cerca de 3,7% dos alunos acreditam que não tenha nenhuma importância e 48,1% acreditam que seja importante utilizar em suas aulas, além disso 0% acreditam que seja pouco importante em utilizar esses tipos de ferramentas, enquanto 48,1% dos alunos acreditam que seja muito importante.

Nesse sentido, na turma 2 cerca de 0% acreditam que não tenha nenhuma importância, enquanto 43,8% acreditam que seja importante, já 9,4% dos estudantes acreditam que seja pouco importante, entretanto, 46,9% dos alunos acreditam que seja muito importante utilizar aplicativos em suas aulas de química.

A questão 4 está relacionada com os alunos após o uso do aplicativo, se consideravam

preparados para inclusão desse tipo de tecnologia em suas aulas de química, na turma 1, após o uso do aplicativo cerca de 59,2% se consideram preparados para inclusão desse tipo de ferramenta, enquanto 3,7% não se consideravam preparados e 33,3% acreditam que talvez estejam preparados. Já na turma 2, 78,1% se consideram preparados e 0% não se consideram, enquanto 21,9% acreditam que talvez estejam preparados para a inclusão.

Assim, como qualquer outro instrumento didático, verificou-se as limitações e certa resistência dos alunos, mesmo que em um percentual menor dos discentes das duas turmas. Na roda de conversa alguns alunos informaram que acharam difícil utilizar o aplicativo, talvez isso esteja relacionado com alguma dificuldade que alguns alunos tenham tido, não necessariamente com o aplicativo, mas sim com o conteúdo, tendo em vista que o aplicativo é mais eficaz se o aluno tiver tido pelo menos o conhecimento prévio do conteúdo.

Nessa perspectiva, o conteúdo de geometria molecular está entre os conceitos mais difíceis de serem entendidos. Ao estudar geometria molecular os alunos sentem uma certa dificuldade na visualização de moléculas; em definir o átomo central, ângulos de ligação, como também sobre os elétrons livres e entre outros (MARTINS *et al.*, 2019).

Na pergunta cinco, relacionada com a perspectiva dos alunos sobre o que eles acharam do projeto realizado, foi realizada uma nuvem de palavras baseada nas respostas (Figura 6).

Figura 6 – Nuvem das palavras mais citadas pelos alunos



Fonte: Elaborada pelas autoras (2024).

Em relação a perspectiva dos alunos sobre o projeto realizado, foi possível verificar, que esse tipo de aula no ensino de química, fazendo uso de aplicativos foi bem aceita pela maioria dos alunos, pois, classificaram como sendo uma aula diferenciada, interessante e sendo ótima para o aprendizado, apesar de alguns dos alunos terem achado difícil utilizar o aplicativo.

Dessa forma, com o final das atividades percebeu-se que maioria dos alunos conseguiram compreender um pouco mais sobre conteúdo, esclarecer as dúvidas e questões levantadas durante atividade de intervenção e conseguiram através do uso do aplicativo *Molecular Geometry*, associar, visualizar e revisar ainda mais sobre o conteúdo de Geometria molecular.

Verificou-se que o uso do aplicativo proposto nessa pesquisa foi bastante eficaz para a aprendizagem dos alunos no estudo de Geometria Molecular, tendo em vista que o aplicativo despertou um maior interesse dos alunos pelo conteúdo, como também, proporcionou visualizar modelos em 3D de átomos, ou seja, moléculas projetadas em ambiente virtual. Nichele e Schlemmer (2014, p. 2) afirmam que:

O uso de aplicativos como estratégia para o ensino de Química pode proporcionar melhores simulações e modelos, permitindo a visualização e manipulação digital virtual da representação de estruturas químicas por meio de telas touch-screen, o acesso de tabelas de dados químicos, entre outras possibilidades.

Assim, os estudantes puderam visualizar e projetar moléculas com o auxílio da câmera do smartphone em suas aulas de química. Além disso, através do uso desse aplicativo, percebeu-se que houve um aumento não só do interesse dos alunos, mas um estímulo dos professores a utilizarem mais as tecnologias em sala de aula.

Portanto, verificou-se a importância de o ambiente escolar estar conectado para fins educacionais, colaborando tanto para a motivação e aprendizagem dos alunos, como também, objetivando auxiliar os professores

nas suas sequências didáticas utilizando as TIC como material didático acessível, prático e interativo, tornando os processos de ensino e aprendizagem mais significativos (VIEIRA *et al*, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos nessa pesquisa, foi possível averiguar a contribuição das TIC para aprendizagem dos alunos no ensino de química, como também, pôde-se constatar a importância do app *Molecular Geometry* como uma ferramenta bastante útil e eficaz no estudo de Geometria Molecular, visto que ela permitiu que a maioria dos alunos conseguissem identificar as moléculas projetadas no ambiente virtual.

Como qualquer outro instrumento didático, o uso de TIC também possui suas limitações. A minoria dos alunos não ficou satisfeito, considerando difícil utilizar o aplicativo. Talvez isso esteja relacionado a dificuldade dos alunos, não com o aplicativo, mas sim com o conteúdo. Mas a maioria considerou que o aplicativo contribuiu para a aprendizagem em química, tanto os discentes do 1º ano quanto os do 3º ano, demonstrando a versatilidade do uso.

Ressalta-se a importância dos professores para utilizarem aplicativos em suas aulas, buscando formas de tornar o ensino atraente e despertar o interesse dos alunos por essa disciplina cativante.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

BATISTA, Carolina. O que é Química?. **Toda Matéria**, [s.d.]. 2011. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/o-que-e-quimica/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

BATISTA, Carolina. Geometria Molecular: o que é, tipos, exemplos e teoria. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/geometria-molecular/>.

- todamateria.com.br/geometria-molecular/. Acesso em: 3 nov. 2023.
- CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portaria Gab nº82, de 26 de abril de 2022**. Brasília: Ministério da Educação, 2022.
- DELAMUTA, B.H.; DE SOUZA, N.D.; JÚNIOR, S.L.S. O ensino de Química e as TDIC: uma revisão sistemática de literatura e uma proposta de webquest para o ensino de Ligações Químicas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e149996839-e149996839, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6839>. Acesso em: 10 jan.2024.
- DELAMUTA, B.H. et al. O uso de aplicativos para o ensino de Química: uma revisão sistemática de literatura. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 7, p. 04 e145621-e145621, 2021. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1456>. Acesso em: 20 out.2023.
- LIMA, J.O.G. de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2013/quimica_artigos/perspect_novas_metod_ens_quim.pdf. Acesso em: 19 jun. 2023.
- LIMA, J.O.G. de. O Ensino da Química na Escola Básica: o que se tem na prática, o que se quer em teoria. **Revista ENCITEC**, v. 6, n. 2, p. 23-38, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Lima-22/publication/314317121>. Acesso em 15 jun. 2023.
- DEUS, T.T. **Estratégias para o ensino-aprendizagem de ligações químicas no ensino médio no contexto de interdisciplinaridade e ludicidade**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29747>. Acesso em 12 jun. 2023.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- LEITE, B.S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2570>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- LORENÇON, R. **Uso de um aplicativo como recurso didático para o ensino de geometria molecular**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p.19, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13245>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- LÔBO, S.F. O Ensino de Química e a Formação do educador químico, sob o olhar Bachelardiano. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 01, p. 89-100, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/HVjgHFFn3pQs7wmRPDs85Nm/?format=pdf>. Acesso em 12 jun. 2023.
- MARTINS, M.; DE FREITAS, G.F.G; DE VASCONCELOS, P.H. A aprendizagem significativa de Ausubel e a relação com materiais alternativos na disciplina de geometria molecular. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 9, n. 01, 2019. Disponível em: <http://ojs.ifes.edu.br/index.php/ept/article/view/1279>. Acesso em: 27 out. 2023.
- NICHELE, A.G; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE**, v. 12, n. 2, 2014. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/53497>. Acesso em: 06 nov.2023.
- JOHNSTONE, A.H. *The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand*. **Journal of Chemical Education**, n° 70, p. 701-704, 1993.
- ROCHA, N.M. et al. A realidade aumentada como recurso auxiliar para a aprendizagem significativa de geometria molecular. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e21710109027-e21710109027, 2021. Dis-

ponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9027>. Acesso em: 27 out. 2023.

ROSA, C.A.; OLIVEIRA, A.D.A.; ROCHA, D.C. Utilizando desenhos animados no ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 30-40, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/193>. Acesso em: 13 de jun. 2023.

SANTOS, Anne Catherinne da Luz dos.; CIRINO, Marcelo Maia. Ensino de Geometria Molecular com App de simulação digital: possíveis contribuições para uma aprendizagem significativa. **Ensino & Multidisciplinaridade**, São Luís, v. 5, n. 2, p. 36–52, 2021. Disponível em: <https://cajapio.ufma.br/index.php/ens-multidisciplinaridade/article/view/14706>. Acesso em: 6 nov. 2023.

SEBATA, C.E. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular**. 167 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/6442>. Acesso em: 23 out. 2023.

TAVARES, L.C.; MÜLLER, R.C.S.; FERNANDES, A.C. O uso de mapas conceituais como ferramenta metacognitiva no ensino de Química. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 29, p. 63-78, 2018. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7008684>. Acesso em: 29 out. 2023

VIEIRA, H.V.P. et al. O Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1 ESP, p. 125-138, 2019. Disponível em: <http://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2321>. Acesso em: 6 nov. 2023.

Recebido em 02 de fevereiro de 2024

Aceito em 15 de maio de 2024