

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICs) PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS E GEOMETRIA MOLECULAR

Maria Raquel Dias da Silva ¹
Thiago Gonçalves das Neves ²

RESUMO

A incorporação das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem das ciências tem se mostrado uma estratégia eficaz para engajar os alunos no estudo de disciplinas abstratas, como a química. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo desenvolver e aplicar uma sequência didática, utilizando tecnologias da informação e comunicação (TICs) para promover a aprendizagem significativa no conteúdo de ligações químicas e geometria molecular em uma instituição de ensino na turma do curso técnico de nível médio integrado em informática. A metodologia adotada foi a pesquisa-ação, uma vez que o trabalho foi desenvolvido durante as etapas de regência. Foram utilizadas aulas expositivas dialogadas com o uso de recursos como o mapa conceitual, o Kahoot e o simulador PhET, alinhados com os objetivos de aprendizagem do conteúdo curricular e com o perfil da turma. Para a coleta de dados, foram utilizadas observações participantes e análise dos registros das atividades desenvolvidas em sala de aula. Durante as atividades foi possível notar o envolvimento dos alunos na elaboração dos mapas conceituais e o uso do Kahoot, pois foi possível notar uma maior interação e engajamento dos alunos. Na atividade do simulador PhET, foi possível observar fenômenos de nível microscópico do conteúdo de química de maneira visível, o que facilitou a aprendizagem dos alunos. Este trabalho contribuiu para a promoção da aprendizagem significativa dos alunos por meio das TICs, reforçando a importância da incorporação de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem das ciências.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Simuladores Virtuais, Ensino de Química.

INTRODUÇÃO

A disciplina de química é considerada pelos alunos uma disciplina complexa, isso em razão de na maioria das vezes ser trabalhada de maneira isolada daquilo que observamos comumente no cotidiano, além disso, na maioria das vezes é trabalhada somente com a apresentação de conceitos, fórmulas e restrita a uma avaliação final da etapa, o que acaba por vezes desestimulando o aluno. Sendo assim, estratégias como aulas contextualizadas e uso das

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, dias.maria@escolar.ifrn.edu.br;

² Professor Orientador: Doutor em Engenharia Química, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, thiago.neves@ifrn.edu.br;

Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) possibilitam inserir o aluno na aula de maneira mais dinâmica e atrativa, pois foge desse modelo de ensino tradicional.

Tendo em vista que a visão simplista do processo de ensino é um dos fatores que ocasionam a manutenção de um modelo de ensino-aprendizagem em que o aluno tem posição passiva. A ideia errônea advinda de que ensinar é somente dominar uma parte do conteúdo e aplicar algumas técnicas pedagógicas contribui para a manutenção e desenvolvimento de um ensino que ao invés da compreensão do conteúdo estudado tem a memorização como resultado (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995).

No estudo da química, mais do que trabalhar os conteúdos abordando os aspectos conceituais e a resolução de exercícios, é necessário envolver os diversos aspectos dessa ciência levando em consideração os seus níveis de representação. Ao envolver o macro, micro e simbólico, o professor oportuniza ao aluno compreender as várias dimensões dessa ciência. No conteúdo de ligações químicas é interessante, por exemplo, apresentar aspectos como a constituição dos materiais, as interações entre os átomos e os símbolos que são usados para representar esses aspectos por escrito, já que a química possui sua linguagem própria.

Sendo assim, a diversificação de atividades pode promover mais possibilidades de aprendizagem, principalmente em conteúdos que os alunos julgam de difícil compreensão, mas que são fundamentais para a vida acadêmica e cidadã. Sendo assim, é importante desenvolver meios de promover a participação ativa dos estudantes, por exemplo, através de aulas expositivas dialogadas, contextualização do conteúdo com o cotidiano, o uso de metodologias ativas e TICs, para o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

A abordagem dos conhecimentos prévios dos alunos é uma tarefa importante para aproximar o conteúdo da vida social do aluno e promover a Aprendizagem Significativa, pois a aprendizagem significativa conforme Moreira (2012b) é a interação entre o conhecimento prévio do aluno e os novos conhecimentos por ele adquiridos. Aquele conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aluno que possibilita a ele dar novos sentidos ao novo conhecimento apresentado é chamado de “subsunçor”. O subsunçor “(...) quando serve de idéia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.” (MOREIRA, 2012b, p.2), ou seja, à medida que é agregada novas informações, esse subsunçor vai ficando mais elaborado e rico em informações.

No conteúdo de ligações químicas trabalhar o conteúdo partindo da contextualização dos aspectos macroscópicos de objetos que os alunos conhecem, o professor pode trabalhar com os aspectos que são (sub)microscópicos, ou seja, trabalhar novas informações sobre o tipo de interação existente entre as suas estruturas constituintes e como isso influencia nas propriedades

físicas e químicas do material, o professor estará ampliando as ideias do aluno com relação aos aspectos de determinados materiais, inserindo na sua estrutura cognitiva novas ideias relacionadas a coisas que eles têm contato. Mas conforme Moreira (2012b) para isso é importante mencionar que o professor deve recorrer a materiais potencialmente significativos, seja textos, representações ou recursos digitais e o aluno deve apresentar predisposição para aprender.

Sendo a diversificação das atividades uma prática importante, os mapas conceituais são recursos potenciais a serem utilizados no processo de ensino-aprendizagem da química, principalmente no aporte teórico, pois com o mapa conceitual o aluno deve apresentar o conteúdo evidenciando a relação de sentido entre os conceitos apresentados. Sendo assim, é uma estratégia que facilita a aprendizagem significativa do aluno, pois o aluno deve construir uma sequência lógica do conteúdo e ao unir dois conceitos, por uma linha, deve conseguir expressar a relação entre esses conceitos e ser capaz de explicar o significado atribuído a essa relação (MOREIRA, 2012a).

O mapa conceitual também é um recurso didático importante e para Moreira (2012a), o mapa conceitual não necessariamente deve ter um modelo exato sobre qual seria o modelo de mapa conceitual “correto”, o que deve ser levado em consideração é principalmente a construção da relação entre conceitos de um determinado campo do conhecimento, disciplina ou conteúdo. Moreira (2012a) defende a utilização do mapa conceitual como um instrumento importante para que o estudante seja capaz de evidenciar os conhecimentos conceituais do conteúdo estudado, construindo relações entre os conceitos em outros contextos, possibilitando a aprendizagem significativa.

Como aponta Dionizio (2019), a contextualização também deve ser uma aliada no processo de ensino-aprendizagem, pois essa apresenta-se como uma estratégia essencial para tornar o aluno ativo e promover o desenvolvimento do pensamento crítico. Ao relacionar o cotidiano do aluno aos conteúdos trabalhados em sala de aula, este consegue atribuir a esse conteúdo maior significância. Ao adquirir novos conhecimentos, com base nos conhecimentos que os alunos já tinham, o aluno pode “ancorar as informações e ideias novas com os conceitos já existentes em suas estruturas cognitivas.” (MANFIO; p. 11. 2019) e assim, construir um conhecimento mais amplo sobre determinado assunto, e ao mesmo tempo relacioná-lo a outras áreas do conhecimento.

Os conteúdos são trabalhados progressivamente, ou seja, sempre há uma interligação entre eles. No estudo de química, conforme Ferreira (1998), os conceitos que envolvem ligações químicas são fundamentais não só para a compreensão dos modelos de ligações iônica,

covalente e metálica, mas também para que os alunos compreendam os demais conteúdos. No estudo de ligações químicas é importante retomar e aprofundar a compreensão de alguns conceitos já vistos, como a eletronegatividade e demais propriedades periódicas, que são conceitos muito importantes da química.

A incrementação das TICs na educação também promove benefícios como os apresentados por Dionizio (2019, p. 7): “[...] muito mais do que inclusão digital, o uso de TIC nas escolas possibilitará grande oportunidade na vida dos seus alunos, promovendo inovação no processo de ensino-aprendizagem e agregando valores tecnológicos à sua vida estudantil.” Além disso, muitas escolas não dispõem de laboratórios adequados, mas dispõem de tecnologias que podem ter papel de facilitadoras da aprendizagem.

Assim, muito se tem discutido sobre a importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), pois são ferramentas indispensáveis e devem ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem, pois os jovens têm acesso a esses meios de comunicação e estão sempre conectados e atualizados. Sendo assim, é importante incentivar e apresentar as possibilidades de utilização dessas ferramentas no ensino de química, pois no estudo de geometria molecular, por exemplo, torna-se possível a visualização de modelos de moléculas tridimensionais.

A incrementação dessas tecnologias na educação promove benefícios como os apresentados por Dionizio (2019) a utilização das TICs nas escolas é uma forma de promover a inovação no processo de ensino-aprendizagem e a inclusão digital. Além disso, muitas escolas não dispõem de laboratórios adequados, mas dispõem de tecnologias que podem ter papel de facilitadoras da aprendizagem.

As TICs podem ser utilizadas pelo professor como um complemento, pois na química é indispensável a utilização de modelos que explicam determinados fenômenos, que podem ser apresentados através dessas tecnologias, objetivando a aquisição de mais informações a estrutura cognitiva do discente, por exemplo, no estudo de geometria molecular, ao visualizar projeções o aluno consegue captar melhor, por exemplo, a influência de pares de elétrons livres na geometria da molécula.

A química embora apresente o seu aporte teórico, e de ser uma ciência experimental, essa também possui aspectos do nível (sub)microscópico, o que demanda do aluno um pouco mais de esforço para a compreensão, pois esses fenômenos ao contrário da experimentação, não são observáveis a olho, mas possuem modelos de representação que podem ser simplificados e visualizados com softwares educativos (DIONÍZIO, 2019).

Segundo Pauletti et al. (2014) os *softwares* computacionais são recursos indispensáveis para a construção do conhecimento da química, pois a partir das representações tridimensionais é possível realizar a apresentação de fenômenos de maneira visível, ou seja, a nível macroscópico através de modelos, como por exemplo, a distribuição espacial dos átomos que constituem uma determinada molécula.

Dessa forma, embora as tecnologias da informação e comunicação sejam ferramentas que vêm se popularizando cada vez mais e podem auxiliar o professor, por exemplo, na elaboração e aplicação de atividades dinâmicas, é importante mencionar que a utilização de TICs por si só não causam efeito na aprendizagem (DOS SANTOS, 2017), pois é necessário que haja um bom planejamento por parte do professor que deve desenvolver atividades que guiem os alunos na utilização de tais ferramentas para a aprendizagem do conteúdo.

Tendo em vista as possibilidades que as TICs e diversificação das atividades oportunizam, o presente trabalho consiste em desenvolver, aplicar e avaliar a eficiência das atividades de mapa conceitual e TICs no ensino e aprendizagem de ligações químicas e geometria molecular com uma turma do curso técnico de nível médio integrado em informática.

METODOLOGIA

A metodologia adotada foi a pesquisa-ação, pois o pesquisador esteve inserido no ambiente e em contato direto com os sujeitos da pesquisa. Para Thiollent (1986):

“Na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas. Sem dúvida, a pesquisa-ação exige uma estrutura de relação entre pesquisadores e pessoas da situação investigada que seja de tipo participativo” (THIOLLENT, 1986. p. 15)

Assim, a pesquisa-ação de abordagem qualitativa, apresenta as informações coletadas em discussões e através de análise das atividades desenvolvidas, como participação dos alunos nas discussões das atividades contextualizadas, na realização dos exercícios e atividades de avaliação da aprendizagem. Os resultados da pesquisa-ação são apresentados de maneira qualitativa.

Os conteúdos trabalhados na sequência didática foram ligações químicas e geometria molecular, na disciplina de química I do curso técnico integrado em informática, 3º ano. O desenvolvimento do trabalho parte das seguintes etapas:

1. Tem início com a atividade de observação e caracterização do perfil da turma para a seleção de materiais didáticos para o ensino de ligações químicas e geometria molecular.
2. A elaboração de aulas expositivas dialogadas com o uso de recursos como o mapa conceitual, o Kahoot e o simulador PhET, alinhados com os objetivos de aprendizagem do conteúdo curricular e com o perfil da turma.
3. O desenvolvimento das aulas aconteceu no período de 12 semanas, sendo 6 semanas para o estudo de ligações químicas, 6 semanas para estudo de geometria molecular, sendo uma semana para avaliação e discussões de cada uma das etapas.
4. Os resultados da pesquisa-ação e observação participante são apresentados de maneira qualitativa referente às observações do envolvimento dos alunos durante e após as atividades.

A obtenção dos dados foi fundamentada na análise de mapas conceituais, considerando critérios como a organização, exemplificados pela representatividade do conteúdo e pela inter-relação entre os conceitos. A análise do kahoot já foi mais relacionada a observação no desenvolvimento da comunicação e argumentação em sala de aula. Já na análise dos resultados do simulador virtual, foi utilizado como base os objetivos de aprendizagem apresentados pelo desenvolvedor, além disso, outro importante aspecto a ser observado era a devolutiva dos alunos. Já as listas de atividades tornaram possíveis observar o nível de compreensão dos alunos e retornar os pontos nos quais eram evidenciadas as dúvidas e a avaliação da aprendizagem apresentou um aspecto mais voltado para os resultados finais da aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃOATIVIDADE DO KAHOOT

O *Kahoot* é uma ferramenta digital que possibilita entre as atividades questões com alternativas para que os alunos respondam. A aplicação é realizada através do uso de dispositivos móveis. O professor pode apresentar a tela e acompanhar as respostas, além disso, é disponibilizada uma colocação final, denominada “pódio” no qual é apresentado os três alunos que obtiveram o melhor desempenho. Assim, a ferramenta possibilita ao professor trabalhar o conteúdo de forma dinâmica e inserir diferentes recursos os quais conforme Junior (2017):

“[...] poderá ser convertido numa ferramenta de inclusão, pois ele permite a inserção de imagens, vídeos e sons no local da pergunta. Caso o docente tenha na turma alunos com alguma limitação, seja ela visual ou auditiva, ele poderá optar por um desses recursos, de modo a incluir todos os estudantes no quiz.” (p. 1598).

A atividade do *Kahoot* obteve um bom resultado com relação ao envolvimento dos alunos, na participação e desenvolvimento da comunicação em sala de aula. Além disso, proporcionou momentos de diversão com relação a competitividade e o desenvolvimento da argumentação, pois durante as pausas de cada resposta os alunos expressavam as suas ideias e dúvidas. Além disso, mediante as respostas foi possível observar o desempenho dos alunos, tendo em vista que a quantidade de erros foi pouco expressiva.

O MAPA CONCEITUAL

A apresentação das características do mapa conceitual foi ser realizada pelo professor, bem como quais os critérios de avaliação da aprendizagem. O esclarecimento de critérios de avaliação torna o aluno ciente de que aspectos serão utilizados para a sua avaliação. Moreira (2011) cita alguns aspectos que podem ser destacados como critérios de avaliação, como:

- Organização do conteúdo e estrutura do mapa;
- Relação entre os conceitos apresentados;
- Representatividade teórica do conteúdo;

Na atividade de mapa conceitual, conforme proposto por Moreira (2012a), os estudantes são instigados a estabelecer uma organização entre os conceitos apresentados, sendo necessário atribuir ligações significativas a esses elementos. A maioria dos estudantes conseguiu expressar de maneira clara a relação entre os conceitos conectados, evidenciando, assim, a compreensão e interligação desses elementos. Durante a atividade conduzida em sala de aula, pôde-se observar o engajamento dos grupos e a efetiva interação e comunicação entre os participantes. A utilização dos mapas conceituais proporcionou uma representação visual mais precisa da aprendizagem dos alunos, permitindo identificar dúvidas que surgiam ao longo do desenvolvimento da atividade em sala de aula. Esse tipo de atividade revelou que os alunos obtiveram bons resultados, apresentando dificuldades apenas em relação à hierarquização. Conforme preconizado por Moreira (2012a), os mapas conceituais podem ser representações hierárquicas, embora, preferencialmente, devam ser dispostos destacando os aspectos mais relevantes, seguidos pelos secundários e mais específicos. Nesse contexto, a hierarquia não é uma ação obrigatória, visto que essa relação pode ser expressa por setas de ligação. Portanto, em relação à atividade, poucos mapas apresentaram fragilidades na representação dos conceitos, sendo a ausência de hierarquização a principal dificuldade observada. No entanto,

foi possível notar ligações significativas entre os conceitos. Durante a realização, os alunos relataram que o conceito principal que gerou dúvidas foi o de ligações metálicas.

AS AULAS EXPOSITIVAS DIALOGADAS

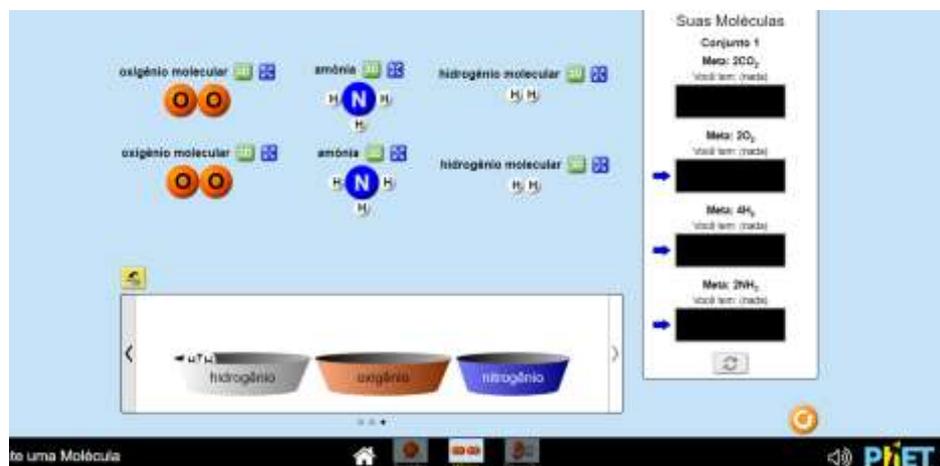
No estudo de cada tipo de ligações químicas e geometrias foram realizadas aulas expositivas dialogadas, nas quais os alunos respondiam aos exercícios e questões de maneira coletiva e no quadro, além de atividades contextualizadas, foi realizada uma atividade individual para a avaliação da aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo estudado. Os resultados indicaram que os alunos possuíam uma maior dificuldade de compreensão com relação às ligações metálicas, com os resultados das atividades, antes da finalização desse conteúdo foram retomadas as discussões acerca desse tópico.

A SIMULAÇÃO VIRTUAL - PhET: MONTE UMA MOLÉCULA

O simulador virtual e gratuito dispõe de simulações no ensino de matemática, física, química e biologia. No estudo do conteúdo de ligações químicas a simulação escolhida foi a simulação “monte uma molécula”, pois conforme apresenta o site do simulador a simulação tem como objetivos de aprendizagem:

- Construir moléculas simples a partir de átomos, pois no simulador os alunos podem construir moléculas através da união de átomos. Na medida que vão construindo determinadas moléculas, os alunos vão avançando na atividade.
- Assim, um outro objetivo é que o aluno consiga descrever as diferenças entre átomos e moléculas.
- Após aproximar os átomos é apresentada a equação química das moléculas formadas, assim, outro objetivo de aprendizagem da atividade é reconhecer que o índice numa fórmula molecular indica o número de átomos na molécula.
- Em algumas etapas é solicitado que o aluno forme duas ou mais moléculas, assim, outro objetivo de aprendizagem é que o aluno consiga reconhecer que o coeficiente indica o número total de moléculas.
- Ao unir os átomos e formar as moléculas é apresentado o nome da molécula, assim, é possível o aluno associar nome de moléculas comuns a múltiplas representações.

Figura 01 - Simulação virtual monte uma molécula (PhET).



Fonte: Imagem de tela capturada pelo autor (2023).

Conforme o apresentado nos objetivos de aprendizagem a partir da utilização da simulação “monte uma molécula” foi possível observar no momento de realização da atividade e no desenvolvimento das atividades de sala de aula no momento posterior que os alunos conseguiram visualizar e compreender principalmente a diferença entre átomos e moléculas; reconhecer que o coeficiente representado nas equações químicas indica o número total de moléculas e o nome das moléculas a partir das respectivas combinações entre os átomos.

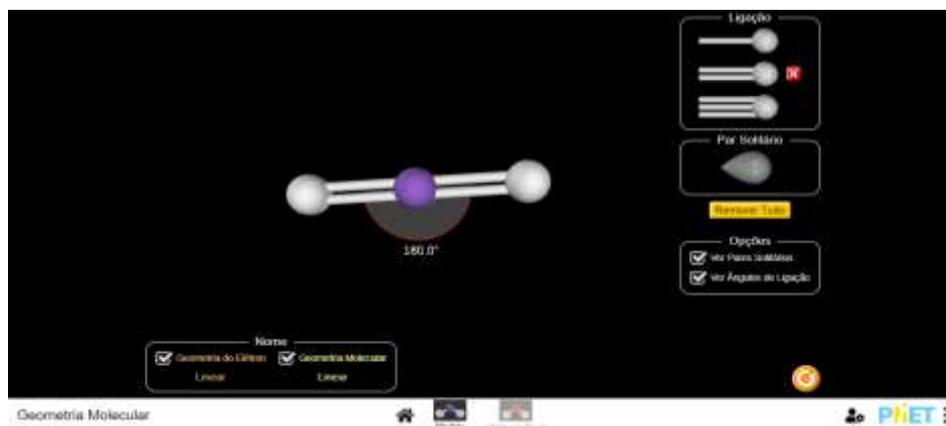
A SIMULAÇÃO VIRTUAL PhET: GEOMETRIA MOLECULAR

A simulação “Geometria Molecular” propõe que o aluno escolha entre a geometria molecular de modelo, ou de molécula real. Ao clicar em geometria molecular de modelo, o aluno deve construir moléculas com ligações simples, duplas, ou triplas e formar moléculas. Já ao clicar em geometria molecular de moléculas “reais” o aluno visualiza moléculas. O site apresenta como objetivos de aprendizagem os seguintes pontos:

- Reconhecer que a geometria molecular se deve a repulsões entre os grupos de elétrons.
- Reconhecer a diferença entre a geometria molecular e de elétrons.
- Dar nomes para as geometrias das moléculas e de elétrons para moléculas com até seis grupos de elétrons em torno de um átomo central.
- Comparar ângulos de ligações previstas pelo modelo (TREPV - Teoria da Repulsão de Pares Eletrônicos) com moléculas reais.
- Descreva como pares de elétrons isolados afetam os ângulos das ligações químicas.

Para todos os casos, o simulador apresenta a geometria do elétron, geometria da molécula, ângulos de ligação e pares solitários.

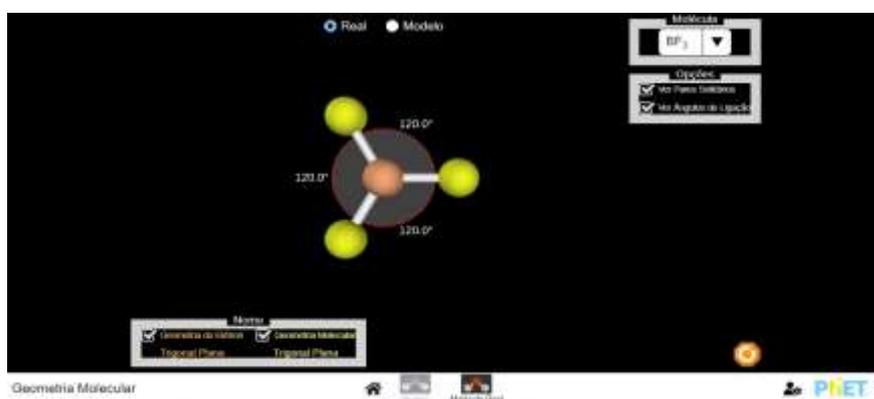
Figura 02: simulação modelo de geometria molecular.



Fonte: Imagem de tela capturada pelo autor (2023).

Com base nas observações realizadas ao longo da atividade, foi possível acompanhar o progresso dos objetivos de aprendizagem. À medida que os alunos examinavam as geometrias, solicitava-se que se dirigissem ao quadro para desenharem a estrutura de determinadas moléculas, indicando o ângulo de ligação e a nomenclatura correspondente. Por exemplo, ao abordar a molécula de CO_2 , destacava-se a geometria linear, o nome da molécula (dióxido de carbono) e o ângulo de ligação de 180° . A incorporação do simulador promoveu uma participação mais ativa na aula, pois os alunos demonstraram maior confiança ao se dirigirem ao quadro para esboçar as estruturas e geometrias das moléculas, inclusive passando a incluir informações sobre o ângulo de ligação.

Figura 03: simulação de geometria da molécula real.



Fonte: Imagem de tela capturada pelo autor (2023).



A atividade do simulador oportunizou a visualização de modelos tridimensionais das moléculas e foi uma atividade na qual eles se engajaram bastante, pois já possuíam familiaridade com o computador e relataram ser o primeiro contato com simulação virtual no ensino. Além disso, à medida que iam observando as projeções tridimensionais da molécula, os alunos compreenderam melhor a geometria de moléculas. Destacaram o quanto a sua representação possibilitou uma melhor compreensão dos ângulos de ligação e geometrias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados reafirmam a importância da incorporação de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem das ciências, pois possibilitou diversificar as atividades e promover o desenvolvimento de diferentes habilidades e competências. Sendo assim, os resultados foram satisfatórios, pois os alunos mostraram-se entusiasmados e relataram que as atividades foram essenciais, pois no estudo de ligações químicas os alunos passaram a compreender melhor os conceitos e interligações entre eles, à medida que as aulas iam sendo realizadas. No conteúdo de geometria molecular, a utilização do simulador PhET proporcionou uma compreensão mais aprofundada dos ângulos de ligação entre os átomos. A avaliação da aprendizagem refletiu o que foi discutido ao longo deste trabalho, destacando, assim, a essencial contribuição das atividades para o alcance dos objetivos de aprendizagem propostos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades e pessoas incríveis que colocou na minha vida, a minha família que me acompanhou e incentivou durante todo o processo de atuação e elaboração das atividades e trabalho. Ao Instituto Federal por ser lar. Ao meu orientador por todas as contribuições e ensinamentos.

REFERÊNCIAS

DIONÍZIO, T.P.; SILVA, F.P.Da; DIONÍZIO.D. P.; CARVALHO.D.M. **O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de Química.** EaD em Foco, V9, e804. 2019. Doi: <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.809>.

Dos Santos, Gilvan Pereira. **Análise Da Aprendizagem No Preparo De Soluções, Com Aporte Na Teoria Da Aprendizagem Significativa De Ausubel Com Estudantes Do 2º Ano Do Ensino Médio, Utilizando Laboratório Virtual.** Boa Vista - RR. 2017.

JUNIOR, João Batista Bottentuit. **O aplicativo Kahoot na educação: verificando os conhecimentos dos alunos em tempo real.** In: Livro de atas X Conferência Internacional de TIC na Educação—Challenges. 2017. p. 1587-1602.

MANFIO, Renata Andrade. **Utilização e Avaliação de Software de Geometria Molecular para o Ensino Médio.** Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, p. 36. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas,** p. 41, 2012a.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Currículum, La Laguna, Espanha, 2012b.

OLIVEIRA, J. A. B. De; Smith Cavalcante, P. .; Aquino, K. A. Da S. **Mapas Conceituais Na Avaliação Da Aprendizagem Decorrente De Sequências De Ensino Potencialmente Significativas Para O Ensino De Ciências.** Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista – Encitec , V. 13, N. 1, P. 61-77, 28 Abr. 2023.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. **A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 3, 2014.

PhET Interactive Simulations.Colorado. **Simulação geometria molecular.** Disponível: https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_pt_BR.html. Acesso em: 7 Ago. de 2022.

PhET Interactive Simulations. Colorado. **Simulação monte uma molécula.** Disponível: https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_pt_BR.html. Acesso em: 7 de ago. 2022.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** 2º ed. São Paulo. Cortez: Autores Associados, 1986.