



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

VANILSON DE SOUSA MARTINS

UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM MOLECULAR COMO FERRAMENTA
AUXILIADORA DO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR EM UMA ESCOLA DE
ENSINO MÉDIO DE PAULISTANA - PI

PAULISTANA-PI

2025

VANILSON DE SOUSA MARTINS

UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM MOLECULAR COMO FERRAMENTA
AUXILIADORA DO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR EM UMA ESCOLA DE
ENSINO MÉDIO DE PAULISTANA - PI

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana.

Orientador: Prof. Prof. Me. Francisco Fernando Silveira.

Coorientador: Prof. Dr. Glaydson Leandro Farias Mendonça

PAULISTANA-PI

2025

UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM MOLECULAR COMO FERRAMENTA AUXILIADORA DO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO DE PAULISTANA - PI

Vanilson de Sousa Martins¹

Francisco Fernando Silveira²

Glaydson Leandro Farias Mendonça³

RESUMO

A utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICS) tornou-se cada vez mais presente no ambiente escolar, atuando como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. O presente trabalho teve como objetivo geral unir a estrutura do ensino tradicional com aplicações tecnológicas para melhorar o entendimento dos alunos do CETI Paulistana sobre geometria molecular. A pesquisa foi realizada na cidade de Paulistana-PI, na escola estadual Centro Educacional de Tempo Integral (CETI) Paulistana, em que foi abordado o conteúdo de Geometria Molecular utilizando duas abordagens diferentes. Na turma do 1º Ano do Ensino Médio – Curso Técnico em Administração, o conteúdo foi trabalhado por meio do ensino tradicional, com a explicação da temática utilizando o quadro branco, enquanto no 1º Ano do Ensino Médio – Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas o conteúdo foi abordado com auxílio do *software* Avogadro. Observou-se que a turma em que o conteúdo foi trabalhado com as TDICS apresentou maior participação dos alunos e, por meio dos resultados adquiridos nos questionários aplicados e da observação feita em sala de aula, foi perceptível que a turma obteve um resultado mais positivo. Com isso, podemos sugerir que a utilização da tecnologia contribuiu para o aprendizado dos alunos, proporcionando uma visualização menos abstrata das moléculas, além de contribuir significativamente na aprendizagem.

Palavras-chave: TDICS; Ensino; Geometria Molecular;

ABSTRACT

The use of Digital Information and Communication Technologies (DICTs) has become increasingly present in the school environment, serving as a supporting tool in the teaching and learning process. The present study had as its general objective to integrate the structure of traditional teaching with technological applications in order to improve the understanding of CETI Paulistana students regarding molecular geometry. The research was conducted in the city of Paulistana-PI, at the state school Centro Educacional de Tempo Integral (CETI) Paulistana, where the content of Molecular Geometry was approached using two different methodologies. In the 1st Year of High School – Technical Course in Administration, the content was taught through traditional

¹ Aluno; Licenciatura em Química; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí; Email: vs948340@gmail.com

² Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI – Campus Paulistana). Mestre em Química pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Email: fernando.silveira@ifpi.edu.br

³ Professor da Universidade Estadual do Acaraú (UVA – Campus CIDAO). Doutor em Química pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Email: glaydson_leandro@uvanet.br

instruction, with the topic explained using the whiteboard. In contrast, in the 1st Year of High School – Technical Course in Systems Development, the content was addressed with the support of the Avogadro software. It was observed that the class in which the content was taught with the use of DICTs demonstrated greater student engagement. Based on the results obtained from the applied questionnaires and classroom observations, it was evident that this group achieved more positive outcomes. Therefore, it can be suggested that the use of technology contributed to students' learning by providing a less abstract visualization of molecules, in addition to significantly enhancing the learning process.

Keywords: DICTs; Teaching; Molecular Geometry.

Data de aprovação: 03/10/2025 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química no ensino médio é bastante debatido por inúmeros desafios, dificuldades no entendimento dos conteúdos, abstrações, uma abordagem tradicional desinteressante e descontextualizada, prejudicam o desenvolvimento dos alunos na disciplina. Com isso, a busca por um ensino de Química de qualidade tem sido constante, visto que a formação dos alunos como sujeito crítico é fundamental (Paes e Yamaguchi, 2024).

Ademais, a Química trabalha com conceitos abstratos, processos e transformações que requerem uma visualização considerada de difícil compreensão, além de necessitar do entendimento de cálculos, fórmulas e simbologias, simultaneamente (Albano e Delou, 2024). Dessa forma, é responsabilidade dos professores buscar novas formas de ensinar e usar ferramentas que ajudem a engajar mais os estudantes nas aulas, com o objetivo de melhorar o aprendizado e enfrentar as dificuldades que ainda existem no ensino de Química (Lima e Barroso, 2020).

No ensino de geometria molecular, frequentemente os alunos acabam decorando as moléculas e sua geometria, por meio de modelos apresentados pelo livro didático, onde os professores ficam como um mero transmissor das informações, em que de forma recorrente o conteúdo não apresenta nenhum sentido para os discentes. Com isso, existe a necessidade de trabalhar de forma diferenciada, procurando dinâmicas para atrair a curiosidade dos alunos, visto que geralmente os conteúdos de Química são abstratos (Manfio e Sirino, 2024).

Com a chegada da pandemia da Covid-19, a tecnologia foi impulsionada no processo educacional, com o desenvolvimento de vários recursos adicionais, como aplicativos e outras ferramentas digitais, viabilizando aos professores meios de tornar as aulas mais dinâmicas (Santos e Mendes, 2024). Nesse contexto, diferentes estratégias estão sendo inseridas pelos professores no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo em relação às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), com a finalidade de elucidar conceitos abstratos que envolvem a disciplina (Moraes e Pereira, 2023).

Nessa perspectiva, os instrumentos tecnológicos estão paulatinamente presentes no processo de ensino-aprendizagem, como *software*, aplicativos, *smartphone* e computadores. Dessa forma, o uso destas ferramentas contribui na interação dos estudantes no decorrer das aulas, possibilitando aos alunos fazerem simulações computacionais, entre outras formas (Guimarães *et al.*, 2022). Nesse sentido, a utilização de ferramentas tecnológicas garante uma maior aprendizagem, uma vez que permite ao estudante se envolver com a Química e com a independência no processo de aprendizagem (Deus, 2022).

Nesse contexto, vários autores têm trabalhado propostas semelhantes, como Manfio e Sirino (2024), que trabalhou com um *software*, o *Physics Education Technology* (PhET) em uma turma do ensino médio na simulação de moléculas. Ferreira *et al.* (2021), propõe a utilização do *software* Avogadro como ferramenta didática no ensino de geometria molecular.

Norteando-se pela questão-problema: “a utilização de *software* visualizador molecular pode contribuir para uma melhor compreensão sobre geometria molecular?”, partiu da hipótese de que a utilização das tecnologias contribui na aprendizagem dos alunos por meio de uma visualização menos abstrata das moléculas, facilitando os conceitos incluídos na temática sobre geometria molecular. Para abordar a pergunta apresentada, o presente trabalho foi desenvolvido em duas turmas do 1º ano do ensino médio do Centro Educacional de Tempo Integral (CETI) Paulistana.

Desse modo, justificou-se a importância da utilização de modelagem molecular como recursos tecnológicos que facilitassem a visualização tridimensional das moléculas. Segundo Zanqui e colaboradores (2022), os alunos apresentam dificuldades em identificar e visualizar as moléculas e, por outro lado, os professores enfrentam o desafio de fazer com que os alunos compreendam o conteúdo. De acordo com

Yamaguchi (2021), as tecnologias digitais são ferramentas que tornam viáveis como metodologias didáticas, contribuindo para o ensino com *softwares* pedagógicos

O objetivo geral da pesquisa foi unir a estrutura do ensino tradicional com aplicações tecnológicas para melhorar o entendimento dos alunos do CETI Paulistana sobre geometria molecular. Além disso foram delimitados os seguintes objetivos específicos: I) Avaliar o nível de conhecimento prévio dos alunos sobre geometria molecular por meio da aplicação de um questionário diagnóstico; II) Analisar a influência do uso de tecnologias digitais no ensino de geometria molecular comparado ao ensino tradicional; III) Comparar os desempenhos dos alunos expostos a diferentes metodologias de ensino com base em um questionário avaliativo; IV) Investigar a percepção dos alunos quanto as metodologias utilizadas no processo de aprendizagem sobre geometria molecular e V) Analisar o uso de micro habilidades em diferentes situações didáticas.

2 METODOLOGIA

2.1 PÚBLICO ALVO

O trabalho foi realizado em uma escola da rede pública de ensino da cidade de Paulistana, Piauí, em duas turmas do 1º Ano do Centro de Ensino de Tempo Integral – Paulistana (CETI). A escolha da instituição ocorreu em razão da aproximação com os professores da disciplina de Química, o que facilitou a realização da atividade.

O público envolvido na pesquisa foi composto por duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, ambas pertencentes ao CETI Paulistana. As turmas foram escolhidas conforme a disponibilidade da escola, sendo que todas estavam cursando a disciplina de Química no período de aplicação do projeto. O quadro 1, detalha as turmas em que foi realizado as intervenções.

Quadro 1 – Número de alunos por turma e participação nos questionários

Turmas	Nº de alunos	Participaram do 1º Questionário	Participaram do 2º Questionário
1º Ano do Ensino Médio – Curso Técnico em Administração	24	23	20
1º Ano do Ensino Médio –	28	25	16

Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas			
--	--	--	--

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Foram divididos em dois grupos. No 1º Ano em Administração foi ministrada uma aula apenas com a estrutura do ensino tradicional, sem o uso de tecnologias digitais. Na turma do 1º Ano em Desenvolvimento de Sistemas foi trabalhada uma aula com a estrutura do ensino tradicional sobre a temática de geometria molecular, com o auxílio de *slides*, juntamente com a aplicação da tecnologia relacionada ao conteúdo, por meio da visualização e manipulação de estruturas moleculares com *software* Avogadro (<https://avogadro.cc/>). Para a manipulação do *software* Avogadro, utilizaram-se as dependências do laboratório de informática da escola, que tinha disponível 28 computadores nos quais o programa foi instalado.

Durante o texto, ao se referir à turma 1, está sendo considerada a turma em que foi utilizado o método tradicional (1º Ano do Ensino Médio – Curso Técnico em Administração), enquanto a turma 2 corresponde àquela em que foi trabalhada a utilização da tecnologia (1º Ano do Ensino Médio – Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas).

2.2 ASSUNTO ESPECÍFICO

Foram estudados os conteúdos que relacionados à geometria molecular, como o modelo de repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência (VSEPR), os ângulos das ligações e as diferentes formas geométricas, como linear, angular, trigonal plana e tetraédrica, além de polaridade molecular.

2.3 MODALIDADE DE PESQUISA

A pesquisa teve caráter explicativo. Segundo Sampaio (2022), a pesquisa explicativa tinha por finalidade esclarecer as causas e efeitos entre as variáveis utilizadas. Com isso, foi avaliado o impacto da utilização do *software* no entendimento sobre geometria molecular em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, comparando o entendimento dos alunos em uma aula tradicional e em uma aula com o uso do *software*.

Quanto aos métodos empregados, a pesquisa apresentou natureza qualitativa. Bueno (2018) caracteriza esse método como de tratamento e análise

de dados com procedimentos qualitativos e quantitativos. Nesse sentido, foram analisadas as interações, bem como as respostas fechadas e abertas dos questionamentos.

Em relação ao tipo de pesquisa, foi experimental. Esse tipo de pesquisa seleciona variáveis capazes de influenciá-lo e define as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz (Gil, 2017, p. 34-35). Esse modelo de pesquisa foi utilizado devido à intervenção intencional do pesquisador no ambiente de ensino, onde foram aplicadas duas formas de ministrar aula (tradicional e com a utilização do *software*), com a finalidade de analisar os efeitos do uso dessa ferramenta.

2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os questionários foram o instrumento de coleta de dados. Bueno (2018) os caracterizou como uma sequência de perguntas baseadas nas variáveis de estudo. Foram utilizados dois questionários para a coleta dos dados, contendo questões abertas e fechadas. O primeiro questionário teve como objetivo identificar o nível de conhecimento inicial dos alunos sobre geometria molecular. O segundo questionário foi aplicado ao final das aulas em cada turma, a fim de comparar o desenvolvimento dos estudantes e a percepção deles quanto à utilização da metodologia.

2.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA NAS INTERVENÇÕES EM SALA DE AULA

Na primeira etapa, foi realizada a aplicação de um questionário para identificar o conhecimento inicial dos alunos a respeito da temática de Geometria Molecular. Esse questionário foi aplicado nas duas turmas.

Na segunda etapa, foi ministrada a aula com a abordagem das temáticas que envolvem o conteúdo de Geometria Molecular. Na turma que o conteúdo foi abordado de forma tradicional, a aula foi desenvolvida com base na utilização do quadro branco, pincel e resolução de atividades. Na outra turma, a abordagem do conteúdo ocorreu com o auxílio de ferramentas tecnológicas, como computador, *software* Avogadro e *slides*. Por meio do aparente interesse ou não dos alunos, Foram elaborados relatórios de observação do professor quanto aos padrões de interesse dos alunos, ao nível de curiosidade em relação ao conteúdo abordado e aos comportamentos apresentados durante as atividades.

Na terceira etapa, foi aplicado um questionário em ambas as turmas, com o objetivo de avaliar tanto o conhecimento adquirido pelos alunos no decorrer da aula quanto a metodologia utilizada. Esse questionário abrangia diferentes tipos de avaliação: uma parte voltada ao conteúdo ministrado, a ser respondida de acordo com os conhecimentos adquiridos nas aulas; e outra parte destinada à análise da percepção dos discentes em relação à metodologia utilizada.

2.6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise e interpretação dos dados foi realizada com base nos resultados dos questionários, bem como, na observação dos comportamentos dos alunos. Os dados das questões fechadas foram representados através de gráfico criados por meio do *software Excel*, e as respostas das questões abertas foram tratadas através da contagem de palavras repetidas por meio do *site rotasul.net* (<https://rotasul.net/tools/texto>) e criado a nuvem de palavras através do *site wordclouds* (<https://www.wordclouds.com/>).

Para análise de respostas de alguns questionamentos foi calculado a média aritmética ponderada, que segundo Alves (2008), a média ponderal é um tipo de média que cada valor tem um peso proporcional à sua frequência. É a soma do produto de cada valor pelo seu respectivo peso, dividido pela soma dos pesos.

$$\bar{x} = \frac{x_1n_1 + x_2n_2 + \dots + x_kn_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} \quad \text{Eq.1}$$

Na análise dos dados, também foi trabalhado com análises estatística, em que foram cruzados alguns dados obtidos por meio dos questionários de sondagem e pós nas duas turmas. As análises foi por meio dos métodos Qui-Quadrado e Mann-Whitney, segundo Henning e Santos (2014), o teste Qui-Quadrado é um procedimento não paramétrico que possibilita verificar se uma amostra segue determinada distribuição, além de avaliar a associação entre variáveis qualitativas, comparando proporções observadas e esperadas para identificar possíveis diferenças. Brito e Calumby (2019, p.137), conceituam o método Mann-Whitney como uma forma de “comparar duas amostragens relacionadas ou emparelhadas visando verificar diferenças significativas, entre os comportamentos dessas amostragem”. Nesse sentido, o quadro 2 apresenta detalhado as questões cruzadas dos questionários de sondagem e pós de ambas as turmas.

Quadro 2 – Questões cruzadas dos questionários de sondagem e pós nas duas turmas

Turma 1 (Tradicional)	Turma 2 (TDICS)
Questão 5 questionário de sondagem com questão 5 pós tradicional	Questão 5 questionário de sondagem com questão 5 pós TDICS
Questão 5 questionário pós com a questão 7 pós tradicional	Questão 5 questionário pós com a questão 7 pós TDICS
Questão 5 pós tradicional com a questão 5 pós TDICS	

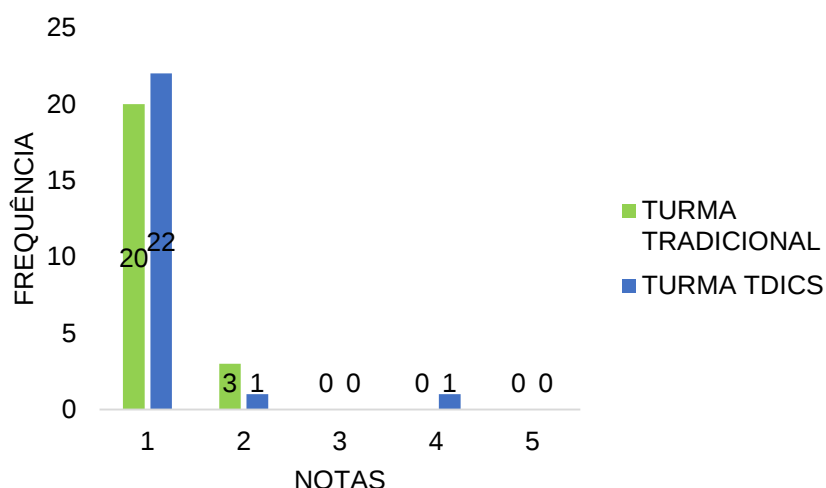
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM

Nesta primeira etapa da pesquisa, foi realizada a aplicação de um questionário diagnóstico com cinco questões, o primeiro questionamento a intenção era saber se os alunos já tinham utilizado alguma TDICS para estudar Química. A pergunta era estruturada em uma escala de 1 a 5, em que 1 correspondia a “nunca” e 5 “muito frequente”. O gráfico 1 a seguir, apresenta os dados adquiridos na pergunta: “Nas aulas de Química você já utilizou alguma ferramenta digital para estudar química?”.

Gráfico 1 - Frequência de uso de ferramentas digitais nas aulas de Química



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como apresenta o gráfico 1, muitos alunos relataram que nunca utilizaram uma TDICS em sala de aula, na turma que foi utilizado a metodologia tradicional 100% dos alunos responderam abaixo de “3”, evidenciando que o manuseio de tecnologia é quase

inexistente e aproximadamente 87% da turma marcaram “1”, mostrando que praticamente nunca utilizaram ferramentas digitais durante os estudos.

Na turma que foi abordado o conteúdo com auxílio de TDICS, a grande maioria marcaram que nunca utilizaram algum tipo de tecnologia para estudar Química, percentualmente 96% nunca utilizaram, enquanto apenas um aluno marcou “4”, evidenciando uma experiência relativamente maior com recursos digitais no estudo de Química.

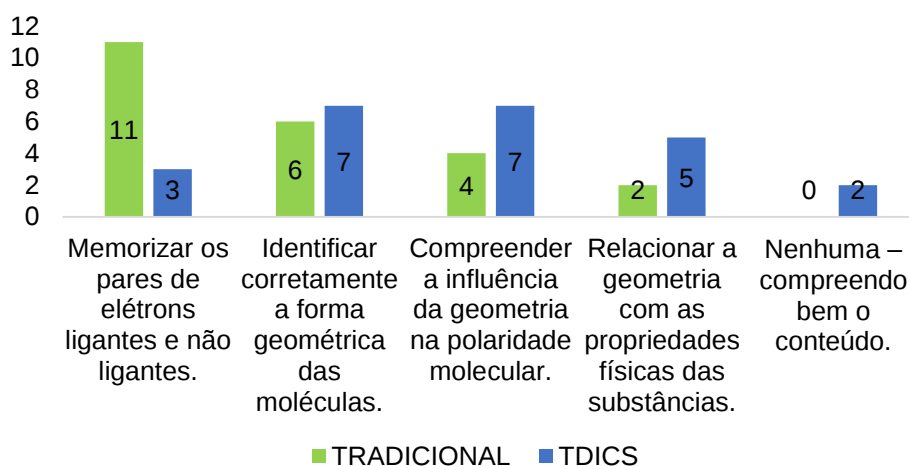
Calculando-se uma média aritmética ponderada dos dados obtidos, é possível observar uma média muito baixa, reforçando que a utilização dessas ferramentas é muito raro. Através dos cálculos, a turma que foi utilizado o ensino tradicional a média ponderada obtida foi de 1,13 e a turma em que foi abordado o conteúdo com auxílio de TDICS, 1,17, uma diferença mínima, que não altera o panorama geral de pouca utilização de ferramentas digital para estudar Química.

De acordo com Santos e Mendes (2024), após a pandemia a utilização de ferramentas digitais durante as aulas foi impulsionada, viabilizando ao docente uma forma de tornar as aulas mais atrativas. Entretanto, como mostra os dados obtidos, estes alunos não têm tido acesso a essas ferramentas no decorrer das aulas de Química.

Com a diminuição da carga horária semanal da disciplina isso pode afetar na realização de atividades que envolva uma maior demanda de tempo, como é a utilização de tecnologias. De acordo com Nascimento (2024) nos resultados de sua pesquisa, o professor tem que dar o mesmo conteúdo com uma carga horária reduzida. Com isso, a pouca utilização de ferramenta digital relatado pelos alunos neste questionamento, pode ser relacionado com o menor número de aulas semanais da disciplina, ocasionando na pouca utilização desta ferramenta auxiliar no decorrer das aulas.

O gráfico 2, apresenta os dados referente ao questionamento: “Qual sua maior dificuldade em entender sobre geometria molecular?”.

Gráfico 2 – A dificuldade de entender sobre geometria molecular



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

O gráfico 2, apresenta que a maioria da turma (11 alunos) que foi trabalhado o ensino tradicional, relatou uma maior dificuldade em memorizar os pares de elétrons ligantes e não ligantes. Na turma 2, apenas três discentes relataram essa dificuldade, indicando que essa não é a grande barreira para entender a temática sobre geometria molecular.

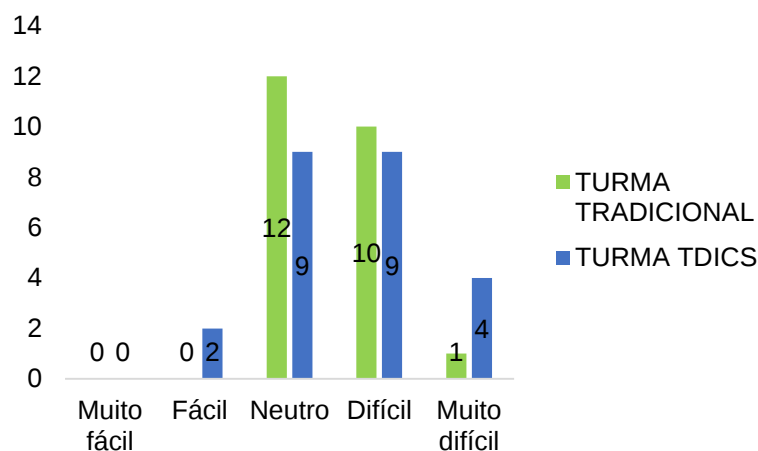
Na turma 1, 26% dos discentes (6 alunos) relataram ter dificuldade de identificar corretamente a geometria da molécula, a turma 2 apresentou resultados parecidos (7 alunos). Outro aspecto de dificuldade, é em relação a compreensão da geometria na polaridade da molécula, em que na turma 1, quatro alunos apresentou esta dificuldade e, na turma 2, sete discentes. Além disso, dois alunos da turma 1 e cinco alunos da turma 2, relataram como obstáculo relacionar a geometria com propriedades físicas das substâncias.

Na turma 2, dois alunos apresentou não ter dificuldade em compreender o conteúdo, um percentual de 8,3%, embora que a maioria de ambas as turmas relataram algum tipo de dificuldade, há essa parte mínima de alunos que se sentem mais seguros em estudar geometria molecular.

Nesse sentido, Souza (2022) destaca a necessidade de identificar essas dificuldades iniciais, para prosseguir o conteúdo organizando e elaborando estratégias que possibilitem sanar as lacunas no aprendizado.

O gráfico 3, detalha os resultados relacionado ao terceiro questionamento: “Qual o nível de dificuldade você sente ao estudar o conteúdo de geometria molecular?”. As resposta foi distribuída em escala de 1 “Muito fácil” ao 5 “Muito difícil”.

Gráfico 3 – A escala no nível de dificuldade dos alunos ao estudar geometria molecular



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra os dados, a maioria dos alunos apresentaram ter um nível de dificuldade entre neutro e muito difícil. Esse dado apresenta, que embora reconhece ter dificuldade no conteúdo, grande parte se manteve em posição intermediária. A turma dois, apresentou o maior percentual que considera o conteúdo como muito difícil, cerca de 17% (4 alunos).

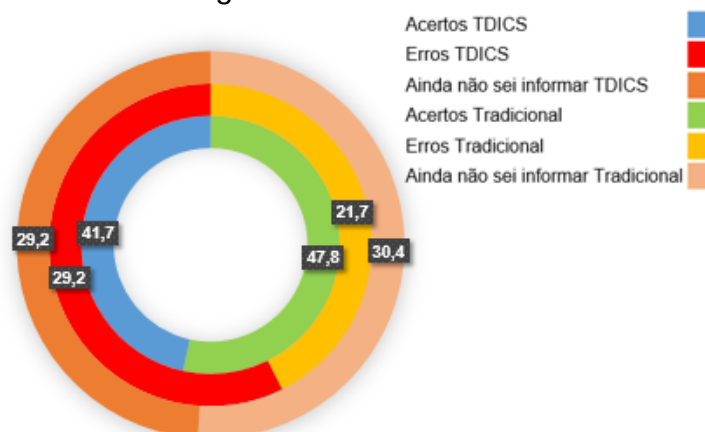
De forma geral, ambas as turmas demonstram ter um grau de dificuldade no conteúdo relacionado a geometria molecular. Nesse sentido, os cálculos para determinar a média ponderada sobre o nível de dificuldade, faz-se necessário, tendo em vista que comprova em números o que o gráfico apresenta. De acordo com os cálculos, a turma 1 apresenta uma média de 3,5, apresentando o nível de dificuldade do conteúdo entre neutro e difícil e, a turma 2, a média corrobora com este grau de dificuldade, uma vez que a média ponderada, apresenta o valor de 3,6, relativamente mais próximo do nível “Difícil”, comparado com a turma 2.

Desse modo, vai ao encontro da afirmação de Zanqui *et al.* (2022), que discorre da dificuldade dos alunos em entender sobre geometria e visualizar as geometrias das moléculas. Assim, estes dados reforçam a importância de trabalhar metodologias que facilitem a compreensão do conteúdo pelos alunos. De acordo com Yamaguchi (2021), a tecnologia é uma forma viável de trabalhar os conteúdos e contribuir no aprendizado dos discentes.

O quarto questionamento, perguntava: “Para que serve a geometria molecular?”, a questão apresentava cinco alternativas, em que apenas uma era correta e três

erradas, além de uma alternativa: “ainda não sei informar”. O gráfico 4 apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 4 – apresenta os dados obtidos no questionamento sobre a serventia da geometria molecular



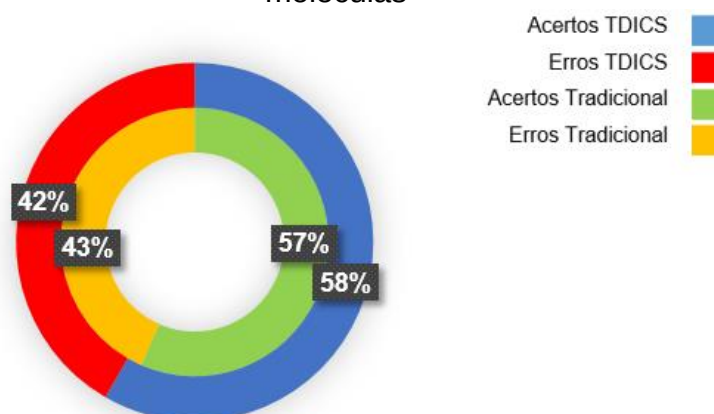
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra o gráfico 4, a turma tradicional teve uma maior quantidade que já possuíam alguma base sobre o assunto, apresentando um percentual de 47,8%, enquanto a turma 2 apresentou o percentual de 41,7% dos estudantes que obtiveram acertos, enquanto 29,2% errou e outros 29,2% afirmaram ainda não saber informar.

Nesse contexto, a turma 1 apresentou um entendimento inicial sobre o conceito de geometria molecular levemente superior a turma 2, embora em ambos os métodos aproximadamente um terço dos alunos ainda tenha se mostrado indeciso ou inseguro em relação às respostas.

O gráfico 5, apresenta os dados obtido no quinto questionamento: “Diga qual a geometria das moléculas a seguir.”, a questão apresentava a imagem de quatro geometria, em que os alunos teriam que associar a imagem com o nome da geometria.

Gráfico 5 – Apresenta os dados da respostas dos alunos sobre a geometria das moléculas



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra o gráfico, a turma 2 apresentou um pequeno percentual superior a turma 1 em acertos no último questionamento, mostrando assim que os alunos da turma 2 tinham uma maior compreensão de geometria, mas apresenta um percentual grande de erros que não podem ser ignorados.

Nesse sentido, Lima e Barroso (2020) falam sobre a necessidade de usar ferramentas que auxiliem os estudantes nas aulas, enfrentando as barreiras e alcançando os objetivos na aprendizagem, melhorando o conhecimento sobre as temáticas e encarando as dificuldades que existem no ensino de Química.

3.2 QUESTIONÁRIO PÓS

Os resultados apresentados nesta seção do trabalho, são referentes ao questionário aplicado após as aulas ministradas em ambas as turmas. Na turma 1, as aulas ministradas apenas com auxílio do pincel e quadro branco (Imagem 1) e na turma 2 a aula foi lecionada com auxílio de TDICS (Imagem 2).

Imagem 1 – Primeira aula ministrada na turma 1



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

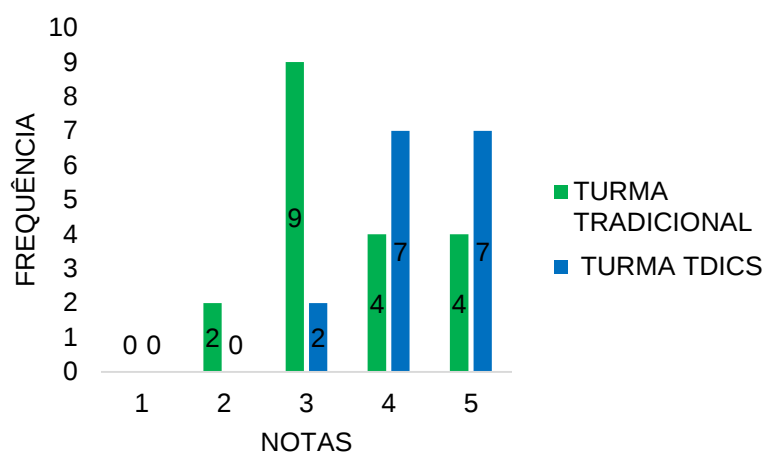
Imagem 2 – Aula ministrada na turma 2



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A primeira pergunta realizada no questionário: “As aulas ajudaram a você entender o conteúdo?”, a pergunta era estruturada em uma escala de 1 a 5, em que 1 correspondia a “Muito insatisfeito” e 5 “Muito satisfeito”. O gráfico 6, apresenta os dados do questionamento realizado.

Gráfico 6 – Percepção dos alunos sobre o entendimento do conteúdo com a aula ministrada



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como apresenta o gráfico acima, os alunos das turmas tiveram percepções diferentes em relação as metodologias abordadas em sala de aula, na turma 1, os alunos tiveram uma percepção mais negativas, com dois alunos avaliando na nota dois. Na nota três, os alunos da turma 1 teve uma concentração maior de resposta, demonstrando um meio termo, com um número de nove alunos avaliando nessa nota, enquanto na turma 2 apenas dois alunos atribuíram essa mesma nota. Assim, os dados

mostram que os alunos da turma tradicional em sua maior parcela fica na neutralidade e na turma que foi utilizado a TDICS um menor número de discentes que avaliaram com nota mediana.

Considerando as notas quatro e cinco, um maior número de alunos da turma 2, na nota quatro, sete estudantes da turma 2 contra 4 alunos da turma com a metodologia tradicional. Da mesma forma, na nota cinco, outra vez sete alunos da turma 2 contra quatro aluno da turma 1. Nesse sentido, a turma que foi utilizado a TDICS, apresentou um nível maior de satisfação da aula no entendimento do conteúdo.

Calculando a média ponderada, percebe-se um número de alunos da turma tradicional mais próximo da neutralidade, o que demonstra que os alunos não ficaram muito insatisfeito e não muito satisfeito, enquanto isso, a turma que foi trabalhada a tecnologia mais próximo do muito satisfeito. Na turma 1, a média ponderada foi de 3,53 e na turma 2 a média apresentou o valor de 4,31.

Nesse sentido, como salienta Pereira *et al.* (2021), para facilitar o entendimento dos conteúdos é interessante trabalhar a teoria junto com a prática. Além disso, Schuartz e Sarmiento (2020), defende que a TDICS é uma forma de associar a teoria com a prática e auxiliar no entendimento dos conteúdos de Química. Desse modo, esse número maior satisfação da turma que foi trabalhado a tecnologia mostram uma maior eficácia no auxílio ao entendimento do conteúdo, ao comparar a satisfação com a turma 1.

No segundo questionamento, trata-se de uma questão aberta em que os alunos foram questionados: “O que poderia ser melhor nas aulas?”. Através das respostas dos alunos foi criado uma nuvem de palavras, destacando em uma forma mais visual os termos mais empregados nas respostas. Na imagem 3, apresenta os termos mais comentados pelos alunos na resposta da segunda pergunta na turma 1.

Imagem 3 – Nuvem de palavras sobre o que poderia ser melhor segundo os alunos da turma tradicional

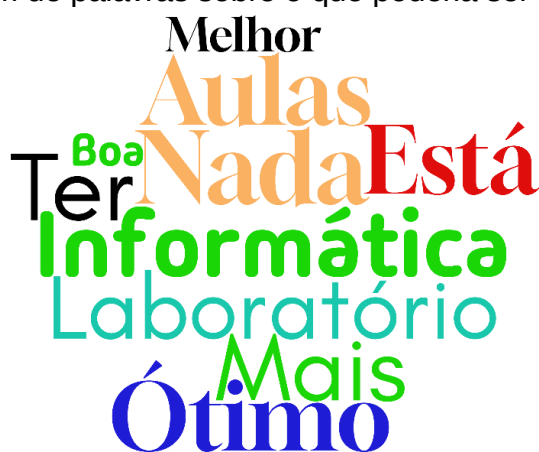


Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra a nuvem acima, uma das palavras mais citadas nas respostas dos alunos foi a “metodologia”, sugerindo uma mudança na metodologia adotada na aula. Demonstrando, a intenção de diminuir a escrita no quadro e, conseqüentemente, eles não copiarem muito no caderno. Além disso, algumas palavras remetem a busca por uma melhor metodologia e uma aula mais dinâmica. Em resumo, na percepção dos alunos “Uma metodologia que necessite de menos escrita e mais dinamismo”.

Na imagem 4, a nuvem de palavra mostra os termos mais repetidos nas respostas dos alunos da turma que foi adotado a metodologia do conteúdo com auxílio da TDICS.

Imagem 4 - Nuvem de palavras sobre o que poderia ser melhor na turma 2



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

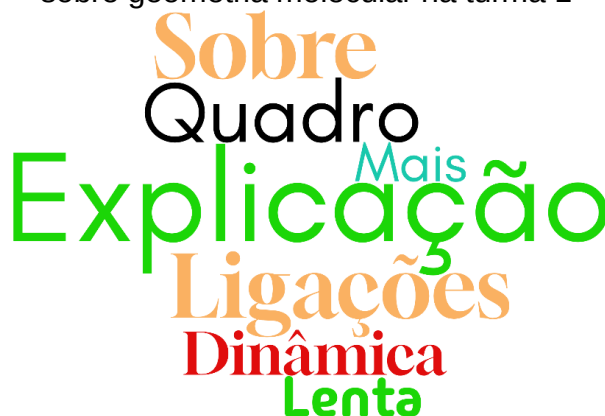
A nuvem de palavras, mostra que os alunos da turma 2 tiveram uma maior satisfação com a metodologia abordada na aula. Nas respostas dos discentes, alguns relataram que não tinham nada para melhorar, citando: “Está ótimo”. Ademais, na

nuvem de palavras observa-se as palavras: “Informática” e “Laboratório” em destaque, nessa perspectiva, uma frase que resumiria a sugestão destes alunos seria: “Ter mais aulas no laboratório de informática”.

Nesse sentido, os dados obtidos neste questionamento vai ao encontro das ideias de Schuartz e Sarmiento (2020), onde relatam que as TDICS tem se apresentado como uma ferramenta para atrair a atenção e contribuir no aprendizado dos alunos.

Na terceira pergunta, os alunos responderam ao questionamento: “O que você mais gostou nas aulas sobre geometria molecular?”. Tratava-se de uma questão aberta, em que foram selecionados nas respostas os termos que repetiram com mais frequência, assim, elaborou-se a nuvem de palavras (Imagem 5).

Imagem 5 – Nuvem de palavras sobre o que os alunos mais gostaram nas aulas sobre geometria molecular na turma 1



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra a imagem acima, os alunos da turma ficaram satisfeitos com a explicação do conteúdo utilizando o quadro e, que auxiliou no entendimento do conteúdo, embora alguns alunos sugerissem uma explicação do conteúdo mais lentamente e uma aula com dinâmica. Em suma, uma frase que caracteriza os aspectos que os discentes mais gostaram: “A explicação no quadro”. Nesse sentido, destaca-se que a explicação do conteúdo abordado pelo pesquisador teve uma boa aceitação dos alunos.

Na imagem 6, apresenta as palavras que apareceram com mais frequência nas respostas dos alunos da turma 2 ao mesmo questionamento: “O que você mais gostou nas aulas sobre geometria molecular?”.

Imagem 6 – Nuvem de palavras sobre o que os alunos mais gostaram nas aulas sobre geometria molecular na turma 2



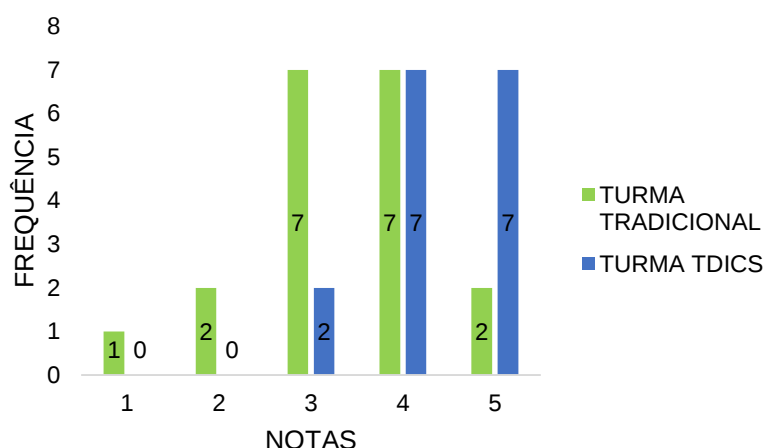
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como apresenta a imagem, os termos que mais apareceram foi: “Aplicativo” e “Moléculas”, mostrando que os alunos destacaram tanto o uso da tecnologia quanto o conteúdo abordado. Além disso, aparece os termos “Aula” e “Gostei” o que relaciona que os alunos aprovaram a metodologia abordada na explicação do conteúdo. Em resumo, uma frase que pode representar o que os alunos mais aprovaram na aula: “A forma de explicar e a utilização do aplicativo para visualizar as moléculas”.

Na quarta questão, os alunos foram questionados sobre como eles avaliam as metodologias abordadas em sala de aula, na turma 1 em que foi ministrado o conteúdo utilizando apenas o quadro branco os discentes responderam ao seguinte questionamento: “Como você avalia a utilização do ensino tradicional no estudo de geometria molecular?”. Enquanto na turma 2, que foi abordado o mesmo conteúdo mas com auxílio da TDICS, os alunos responderam ao questionamento: “Como você avalia a utilização da TDICS no estudo de geometria molecular?”.

A pergunta era estruturada em uma escala de 1 a 5, em que 1 correspondia a “Muito insatisfeito” e 5 “Muito satisfeito”. O gráfico 7 a seguir, apresenta os dados adquiridos na pergunta.

Gráfico 7 – Dados obtidos na avaliação dos alunos na metodologia adotada em sala de aula



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

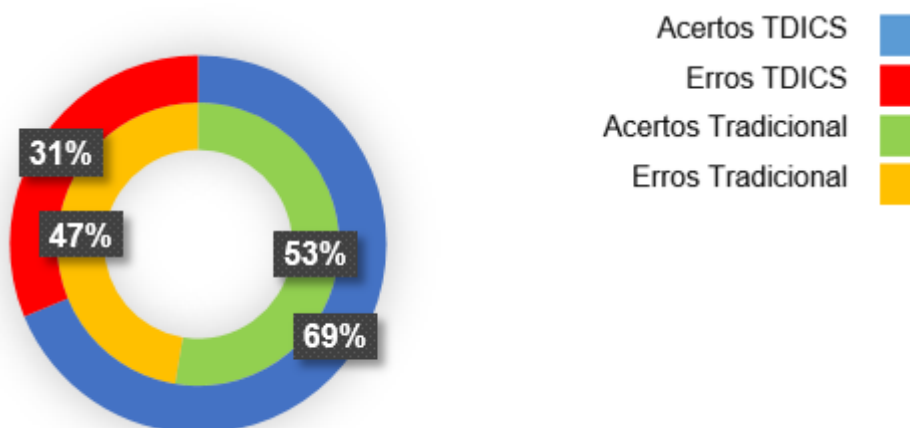
Como apresenta o gráfico, os alunos da turma que foi abordado o conteúdo de forma tradicional, os alunos apresentaram uma menor satisfação na metodologia utilizada. Considerando a escala, a turma 1 teve três alunos considerando a metodologia abordada com a nota inferior a três, com isso aproximando-se mais de muito insatisfeito do que muito satisfeito.

Enquanto isso, a turma que foi abordado o conteúdo com auxílio da TDICS os discentes apresentaram uma maior satisfação com a metodologia abordada. Como mostra o gráfico, apenas dois alunos optaram na nota três, demonstrando uma neutralidade. Por outro lado, a maioria da turma 2 teve uma avaliação da metodologia como mais satisfatória. Nesse sentido, é importante fazer uma avaliação em termos numéricos, através da média ponderada. Considerando esse método, a turma 1 teve uma média ponderada com o valor de 3,4, já a turma 2, apresentou uma média de 4,3. De um modo geral, a turma 1 optou por uma satisfação de neutralidade, e a turma 2 aproximou-se mais de “muito satisfeito”.

Nesse sentido, os resultados desse questionamento compactua com as ideias de Rocha (2021), que considera a utilização de tecnologia uma forma de tornar as aulas mais atrativas para os alunos. Com isso, entende-se que a turma 2 por utilizar o *software* despertou mais interesse dos discentes e um maior engajamento nas aulas. Isso foi perceptível durante as aulas, na turma 1 que foi abordado de forma tradicional os alunos demonstrava menos vontade de estudar o conteúdo, enquanto na turma 2 os alunos demonstrava ter um maior interesse durante as aulas, principalmente quando estavam manuseando o Avogadro no laboratório de informática.

Na quinta pergunta, os alunos foram questionados sobre: “O que é geometria molecular?”, a questão era objetiva e apresentava cinco alternativas. O gráfico 8 apresenta o percentual de acertos em cada turma.

Gráfico 8 – Percentual de acertos e erros na pergunta sobre qual o conceito de geometria molecular



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

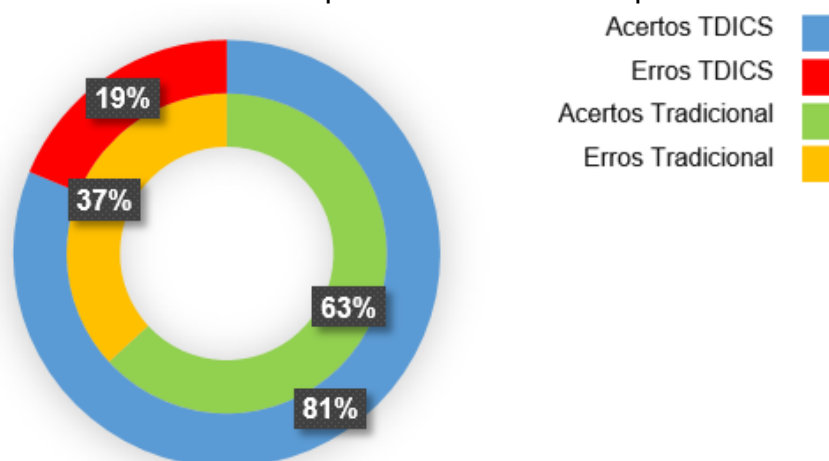
Como apresenta o gráfico, a turma que foi utilizado a metodologia tradicional obteve um menor percentual de acertos comparado com a turma que foi utilizado a TDCIS. Na aula mediada pelo ensino tradicional, dez alunos marcaram corretamente e nove de forma errônea, gerando um percentual de 53% de acertos e 47% de erros. Comparando com a turma que utilizou-se a TDICS, uma diferença de 16% de acertos, demonstrando um melhor aproveitamento no entendimento do conceito sobre geometria molecular.

Os dados evidenciam um melhor entendimento dos alunos da turma 2 no processo de aprendizagem, confirmando que a utilização da tecnologia auxilia na assimilação dos conceitos. Conforme Faria, Silva e Frederico (2023), ao estudar a utilização de um recurso digital no entendimento dos alunos sobre os conceitos teóricos de geometria molecular, foi possível demonstrar que a ferramenta promove uma aprendizagem mais efetiva. Dessa forma, os resultados encontrados neste questionamento corroboram a ideia de que a utilização da tecnologia contribui para a redução das dificuldades dos alunos em relação aos conceitos teóricos de geometria molecular.

No sexto questionamento, perguntava qual das alternativas justificava corretamente a polaridade da respectiva molécula. A questão apresentava cinco

alternativas de resposta e apenas uma era correta. O gráfico 9, apresenta o percentual de acertos e erros em cada turma a pergunta: “Qual das alternativas a seguir apresenta uma molécula polar e justifica corretamente a sua polaridade?”.

Gráfico 9 – Dados obtidos no sexto questionamento sobre polaridade das moléculas



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

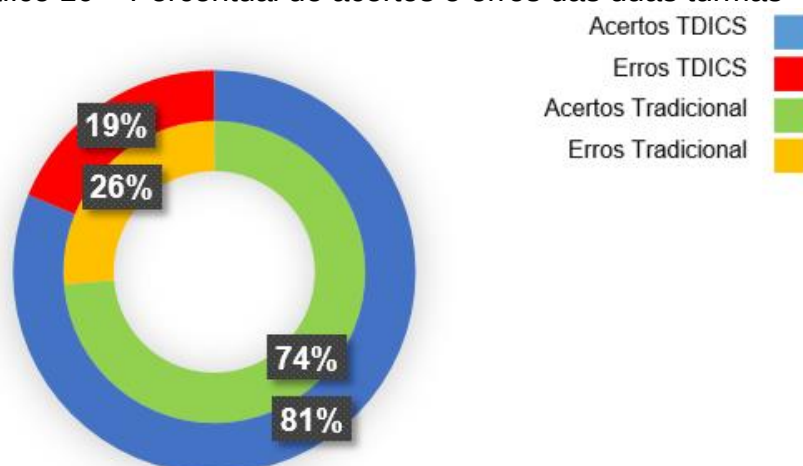
O gráfico apresenta, um desempenho significativamente maior na turma que foi trabalhado o *software*, comparando com a turma que foi utilizado apenas o ensino tradicional um percentual de acerto superior a 18%. Desse modo, evidenciando uma eficácia no aprendizado dos alunos que utilizaram a tecnologia na compreensão do conteúdo para o entendimento da geometria e polaridade das moléculas.

Dessa forma, os resultados obtidos reforçam que a tecnologia auxilia de maneira significativa no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a redução das dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina. Nesse sentido, confirma-se a ideia de Delamuta, Assai e Júnior (2020), ao destacarem que as TDICS, quando utilizadas de forma oportuna e didática, acrescentam e favorecem positivamente a aprendizagem dos estudantes.

Na última questão, era fornecido a imagem de algumas geometrias e os alunos deveria associar a imagem com o nome correto da geometria, vale destacar que as imagens no questionário da turma tradicional a imagem das moléculas era a fórmula estrutural simplificada, enquanto na turma que foi trabalhado com o *software*, evidenciava a forma tridimensional da molécula.

O gráfico 10, apresenta os dados obtidos por meio das respostas dos alunos ao questionamento: “Diga qual a geometria das moléculas a seguir.”.

Gráfico 10 – Percentual de acertos e erros das duas turmas



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Os dados acima, apresentam um percentual de acertos da turma 2 ligeiramente superior ao da turma 1. Esse desempenho superior da turma que foi utilizada a TDICS, demonstra que a tecnologia auxiliou os alunos no entendimento e assimilação do conteúdo.

Por outro lado, na turma que teve a abordagem tradicional, os índices de acertos foram menores, chegando a 74%, enquanto os erros corresponderam a 26% das respostas. Embora a maioria dos alunos dessa turma também tenha conseguido identificar corretamente as geometrias, o percentual de erros foi consideravelmente maior em comparação com a turma que utilizou as TDICS.

Esses resultados, vão ao encontro do que Zanqui *et al.* (2022) discorre, em que alunos têm dificuldades em visualizar e identificar as moléculas, e o professor tem o papel de procurar meios para que os estudantes entendam o conteúdo. Com isso, Yamaguchi (2021), sugere as ferramentas digitais como uma metodologia viável para contribuir no aprendizado dos alunos. Desse modo, a utilização do *software* contribuiu para o entendimento dos discentes na identificação das geometrias moleculares, como evidencia o percentual de acertos superior na turma 2.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA POR MEIO SOFTWARE SPSS

Utilizando o método Qui-Quadrado, foi realizado um cruzamento dos resultados obtidos por meio dos questionários de sondagem e pós. Nesse sentido, realizou-se a análise das questões 5 de sondagem e 5 do pós nas duas turmas, em que foi considerada a participação dos alunos nos questionários em número válido de

participantes. A tabela 1 a seguir apresenta os dados adquiridos na questão 5 de sondagem da turma tradicional versus os resultados da questão 5 do questionário pós da referida turma.

Tabela 1 – Análise comparativa das respostas da questão 5 (sondagem x pós) da turma tradicional

		5- O que é geometria molecular?			Total
		É o método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância, baseado no número atômico dos elementos.	É a figura geométrica que demonstra como uma molécula está disposta no espaço pela posição dos núcleos dos átomos	É uma representação o que mostra apenas as ligações covalentes simples existentes entre os átomos.	
5 - Para que serve a geometria molecular?	Para calcular a massa molar de uma substância.	0	1	0	1
	Para prever a forma das moléculas e a distribuição dos átomos no espaço.	3	5	1	9
	Para determinar o tipo de ligação iônica em todos os compostos.	0	2	0	2
	Ainda não sei informar	5	2	0	7
Total		8	10	1	19

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra a tabela acima, o número de alunos que marcaram corretamente para que serve a geometria no questionário de sondagem foi de nove discentes, em relação ao quantitativo de alunos que responderam de forma correta nos dois questionários foi de cinco discentes. Por outro lado, quatro alunos que acertaram no questionário de sondagem, falharam no questionário pós.

Em relação ao número de alunos que relataram não saber informar para que serve a geometria no questionário de sondagem foi de sete alunos, em que cinco desses alunos associaram erroneamente no questionário pós o conceito de geometria molecular como um método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância, baseado no número atômico dos elementos. Ademais, esses cinco alunos somam com mais três alunos que tinham acertado no questionário de sondagem e também associou ao método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância no questionário pós.

Em relação ao número de acertos no questionário de sondagem e no pós, o questionário pós apresentou um valor maior, apesar que apenas de um aluno a mais. Desse modo, com base nos dados adquirido houve um entendimento errado sobre o conceito de geometria molecular por grande parte dos alunos, mostrando que mesmo com a intervenção ainda ficou a necessidade de reforçar melhor a diferença entre massa molar e geometria molecular.

A tabela 2 a seguir, apresenta os dados obtidos com o mesmo método anterior, agora na turma que foi trabalhado com a TDICS.

Tabela 2 – Análise comparativa das respostas da questão 5 (sondagem x pós) da turma TDICS

		5- O que é geometria molecular?			Total
		É o método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância, baseado no número atômico dos elementos.	É a figura geométrica que demonstra como uma molécula está disposta no espaço pela posição dos núcleos dos átomos.	É uma representação que mostra apenas as ligações covalentes simples existentes entre os átomos.	
5 - Para que serve a geometria molecular?	Para calcular a massa molar de uma substância.	0	1	2	3
	Para prever a forma das moléculas e a distribuição dos átomos no espaço.	2	5	0	7
	Para descobrir o número atômico dos elementos.	0	2	0	2
	Ainda não sei informar	1	3	0	4
Total		3	11	2	16

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra a tabela, o número válido de alunos que marcaram corretamente a utilidade da geometria molecular foi de sete alunos, enquanto no questionário pós 11 alunos associaram corretamente o conceito de geometria molecular. No questionário de sondagem, quatro alunos relataram não saber informar para que servia a geometria molecular, e após a metodologia abordada do conteúdo com auxílio do *software* Avogadro três alunos conseguiram associar corretamente o conceito de geometria molecular.

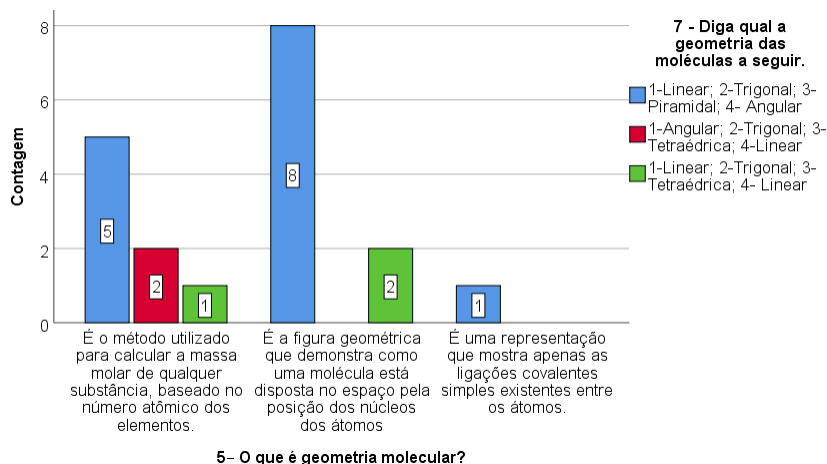
No questionário de sondagem, dois alunos que tinham marcado corretamente a utilidade da geometria no questionário pós associou erroneamente o conceito de geometria molecular. No entanto, o número de alunos que marcou corretamente nos dois questionários foi superior, totalizando cinco estudantes. Em relação ao número de alunos que relataram não saber informar para que servia a geometria molecular no questionário de sondagem, três dos quatro alunos associaram corretamente o conceito de geometria molecular. Dessa forma, entende-se que a metodologia abordada auxiliou os alunos a desenvolver uma melhor compreensão do conteúdo.

Em suma, comparando as duas metodologias, os dados relatados na tabela 1 e na tabela 02 evidenciam que a utilização da TDICS auxiliou de uma forma positiva os alunos no entendimento do conceito de geometria molecular. Nesse sentido, como relata Neves e Santos (2021), a tecnologia é uma ferramenta facilitadora no processo

de aprendizagem, com isso, os resultados apresentados revelam que a turma que foi utilizada a tecnologia teve um melhor aproveitamento, quando comparada com a turma que foi trabalhado apenas o ensino tradicional, evidenciando que a utilização da TDICS facilitou a aprendizagem dos alunos.

O gráfico 11, apresenta os dados cruzados das questões 5 e 7 do questionário pós da turma tradicional.

Gráfico 11 – Análise comparativa das respostas das questões 5 e 7 (PÓS) da turma tradicional

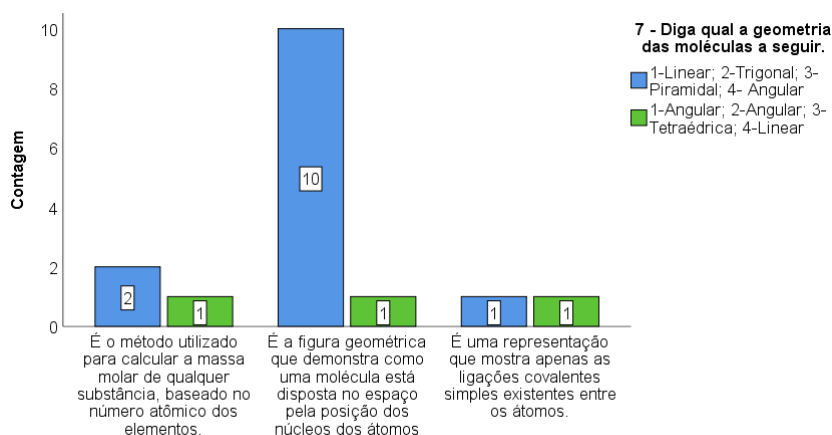


Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra o gráfico, houve um alto número (cinco) de alunos que associaram erroneamente o conceito de geometria molecular e marcaram corretamente a ordem da geometria das moléculas, assim, observou-se que alguns estudantes conseguiram captar a parte da geometria das moléculas, mas a parte conceitual sobre geometria os alunos ficaram em dúvida. Por outro lado, oito alunos relacionaram corretamente a geometria da molécula ao conceito de geometria molecular, evidenciando que a maioria conseguiu compreender de forma adequada a definição, ainda que uma parcela menor tenha apresentado dificuldades em diferenciar entre aspectos conceituais e práticos do conteúdo.

O gráfico 12, apresenta os dados cruzados das questões 5 e 7 do questionário pós da turma que foi abordado o conteúdo com auxílio da TDICS.

Gráfico 12 – Análise comparativa das respostas das questões 5 e 7 (PÓS – TDICS)



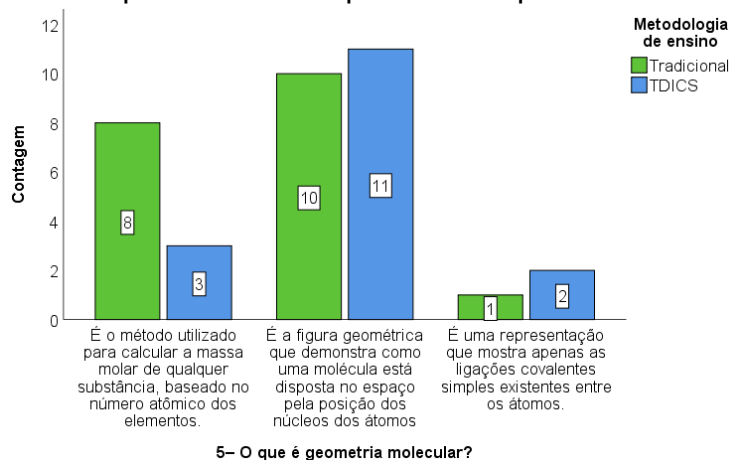
5- O que é geometria molecular?

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra o gráfico acima, a maioria dos alunos associaram corretamente o conceito de geometria com a ordem da geometria das moléculas, evidenciando que compreenderam que se trata da disposição espacial dos átomos em uma molécula. Comparando com os resultados da turma em que foi trabalhado apenas o ensino tradicional (gráfico 11), a turma que foi trabalhado com a tecnologia houve um percentual maior de alunos que acertaram o conceito sobre geometria e identificaram de forma correta as geometrias, revelando que a utilização da tecnologia teve um impacto melhor no aprendizado dos alunos.

O gráfico 13, apresenta a comparação da questão 5 do questionário pós da turma tradicional com a questão 5 do questionário pós da turma em que foi trabalhado com a abordagem da TDICS.

Gráfico 13 – Análise comparativa das respostas das questões 5 dos questionários pós



5- O que é geometria molecular?

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como apresenta o gráfico acima, nove alunos da turma em que foi abordado o conteúdo de forma tradicional associaram o conceito sobre geometria molecular de forma errônea, onde a maioria dos erros foram vinculando o conceito da temática ao

“método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância, baseado no número atômico dos elementos”. Nesse sentido, ao comparar com a turma que foi abordado o conteúdo com o auxílio da tecnologia o percentual de alunos que erraram é inferior, evidenciando uma metodologia mais eficaz na abordagem da temática de geometria molecular. Em relação ao número de acertos, houve uma semelhança, dez aluno da turma tradicional e onze alunos da turma com a TDICS, apesar que percentualmente o número de acertos da turma em que foi abordado o conteúdo com auxílio do *software* foi superior ao da turma tradicional.

Desse modo, pode-se observar que o *software* auxiliou os alunos no processo de aprendizagem do conteúdo. De acordo com Silva, Cantanhede e Cantanhede (2020), as ferramentas digitais auxilia os alunos no entendimento dos conteúdos, além de ser uma ferramenta suporte no trabalho dos professores.

3.4 RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO

Durante as aulas, o pesquisador observou algumas situações. A análise geral revela que os estudantes que participaram das aulas na forma tradicional demonstraram menor empolgação em relação ao conteúdo abordado. Alguns alunos reclamaram da quantidade de escrita no quadro, afirmando que estavam cansados de copiar, principalmente no segundo dia. Uma das alunas chegou a perguntar: “Escrever novamente, professor?”, mostrando pouco interesse nessa metodologia. Além disso, muitos estudantes demonstraram cansaço e alguns chegaram a dormir durante as aulas (Imagem 7), evidenciando que a aula estava pouco atrativa.

Imagem 7 – Baixa motivação dos alunos durante a aula



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Nesse sentido, essa baixa motivação afeta diretamente no aprendizado dos alunos, ocasionando uma aula com menor rendimento, que pode ser observados nos percentuais de acertos inferiores ao da turma 2, que foi utilizado uma abordagem com

ferramenta tecnológica e que trouxe um maior engajamento dos alunos no decorrer da aula, isso pode ser evidenciado na imagem 8.

Além disso, os alunos participaram ativamente da proposta da aula, construindo moléculas com o *software* Avogadro e explorando suas diferentes geometrias. Essa prática possibilitou uma melhor visualização espacial das estruturas, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos. A atividade também despertou maior interesse e engajamento dos estudantes, que demonstraram curiosidade em manipular o programa.

Imagem 8 – Participação dos alunos durante a aula com a manipulação do *software* Avogadro



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Como mostra a imagem, os alunos manipulavam o *software* auxiliando o colega ao seu lado. Destaca-se que cada estudante tinha disponível um computador individual, o que favoreceu a autonomia no desenvolvimento da atividade. Ao mesmo tempo, o

trabalho colaborativo foi perceptível, uma vez que os alunos trocavam informações na construção das moléculas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados alcançados com a presente pesquisa, o trabalho confirmou a hipótese inicial, destacando que a utilização da TDICS contribuiu na aprendizagem dos alunos por meio de uma visualização menos abstrata das moléculas, facilitando os conceitos incluídos na temática sobre geometria molecular. Os objetivos iniciais foram executados conforme idealizado inicialmente, permitindo comparar o nível de conhecimento prévio dos alunos sobre geometria molecular e analisar a influência do uso da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem da temática comparado com o ensino tradicional.

Considerando os resultados obtidos nas duas turmas, evidenciou que a utilização da TDICS por meio do *software* Avogadro resultou em melhores resultados comparado com a turma que foi trabalhado apenas com o ensino tradicional. Ademais, a turma em que foi trabalhado o conteúdo com auxílio do *software* os alunos apresentou mais engajamento no decorrer das aulas, o que fica evidenciados através dos resultados discutidos na seção anterior do trabalho.

Destaca-se, uma avaliação mais positiva dos alunos que foi trabalhado com a metodologia abordando o conteúdo com a TDICS, corroborando com resultados de trabalhos já publicados, em que destacam que a utilização dessas ferramentas tornam os alunos mais motivados em estudar sobre as temáticas de Química. Nesse sentido, espera-se que a pesquisa contribua para utilização da TDICS como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Química.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, W.M; DELOU, C.M.C. Principais dificuldades descritas no aprendizagem de química para o Ensino Médio: revisão sistemática. **Debates em Educação**, v. 16, n. 38, p. e16890-e16890, 2024.
- ALVES, E.D. **O USO DO JOGO DIDÁTICO “TWISTER QUÍMICO” NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE HIDROCARBONETOS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Pernambuco - Campus do Agreste. Caruaru-Pernambuco, 2021.
- ALVES, F. J. da C. **Estatística**. Belém: Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Departamento de Matemática, Estatística e Informática, 2008.
- BRITO, Khaíck; CALUMBY, Rodrigo. Ferramentas de análise estatística e correlação para sistemas de recuperação da informação. In: **Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE)**. SBC, 2019. p. 136-141.
- BUENO, J. de.F. Métodos quantitativos, qualitativos e mistos de pesquisa. **Brasília, DF: CAPES: UAB**, 2018.
- CURTIS, D.E; LONIE, D.C. *et al.* **Avogadro**: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. *J. Cheminform.* 4, 17 (2012).
- DELAMUTA, B. H; ASSAI, N. D. de S; 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, 2020.
- DEUS, T.T. de. **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.
- FARIA, M.V.H; SILVA, R.S.F; FEDERICO, L.B. Facilitando o Entendimento da Geometria Molecular na Química com o App Mo-Cubed. **Olhares & Trilhas, [S. l.]**, v. 26, n. 2, p. 1–20, 2024.
- FERREIRA, W.de.S. *et al.* Análise da aplicação do software educacional: Avogadro como ferramenta didática no ensino de Química. **INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL) ISSN 2595-2498**, v. 4, n. 2, p. 52-67, 2021.
- GIL, A.C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GUIMARÃES, U.A. *et al.* As tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto da educação básica. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 3, n. 11, p. e3112269-e3112269, 2022.

HENNING, E; SANTOS, L. M. dos. Estatística em acidentes de bicicleta: uma sugestão para compreender o teste qui-quadrado. **Boletim GEPEM**, [S. l.], n. 65, p. 103–108, 2014.

LIMA, C. M. R.; BARROSO, M. C. S. As TIC como apoio pedagógico no ensino de química: possibilidades formativas de professores e inclusão de alunos. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 5, pág. e102953155-e102953155, 2020.

MANFIO, R.A; CIRINO, M.M. Utilização e avaliação de software para geometria molecular no ensino médio. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1102-e1102, 2024.

MORAES, V.R. de; PEREIRA, R.dos.S. G. Ensino de química e origem da vida: possibilidades a partir das tecnologias digitais da informação e comunicação–TDIC. **Cenas Educacionais**, v. 6, p. e17031-e17031, 2023.

NASCIMENTO, P.M. do. **O IMPACTO DO NOVO ENSINO MÉDIO NO ENSINO DE QUÍMICA: refletindo as experiências de estudantes e professores de Química de uma escola pública paraibana**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2024.

NEVES, N.N; SANTOS, A. R. dos. O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação para a experimentação no ensino de química: uma proposta usando sequências didáticas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 1, 2021.

PAES, A.P.S.G; YAMAGUCHI, K.K.de.L. O uso do aplicativo Molecular Geometry no ensino de química. **Revista EDaPECI**, v. 24, n. 2, p. 137-151, 2024.

PEREIRA, W. M. *et al.* A importância das aulas práticas para o ensino de química no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, 2021.

ROCHA, Danielle Ribeiro. O uso do Mentimeter como recurso de aprendizagem em tempos de ensino remoto. In: **Anais do Congresso Internacional de Educação e Geotecnologias-CINTERGEO**. 2021. p. 122-127.

SAMPAIO, T.B. Metodologia da pesquisa. **Santa Maria: UFSM, CTE, UAB**, 2022.

SANTOS, J.V.S.dos; MENDES, A.N.F. Metodologias ativas no ensino de química: o olhar dos professores sobre os desafios antes, durante e após o ensino remoto. **Olhar de Professor**, v. 27, p. 01-22, 2024.

SANTOS, J.V.S.dos; MENDES, A.N.F. Metodologias ativas no ensino de química: o olhar dos professores sobre os desafios antes, durante e após o ensino remoto. **Olhar de Professor**, v. 27, p. 01-22, 2024.

SCHUARTZ, A.S; SARMENTO, H.B.de M. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. **Revista katálisis**, v. 23, p. 429-438, 2020.

SILVA, L. V. C.; CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. S. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como estratégia no ensino de Química: Blog, uma ferramenta para potencializar o conhecimento químico. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 10, p. 57-72, 2020.

SOUZA, M. A. **A avaliação diagnóstica como um instrumento na construção do processo ensino-aprendizagem na educação física escolar.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação Física) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia, Pinheiro, p. 50, 2022.

YAMAGUCHI, K.K. de L. Ensino de química inorgânica mediada pelo uso das tecnologias digitais no período de ensino remoto. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e041-e041, 2021.

ZANQUI, R.K. *et al.* Estudo das funções da química orgânica com o uso do kit molecular de aprendizagem Atomlig. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 3, p. 311-319, 2022.

APÊNDICE

Questionário de Sondagem – Ensino Tradicional

1– Nas aulas de Química você já utilizou alguma ferramenta digital para estudar química?

1 2 3 4 5

Nunca ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito frequente

2 – Qual sua maior dificuldade em entender sobre geometria molecular?

- ☐ Memorizar os pares de elétrons ligantes e não ligantes.
- ☐ Identificar corretamente a forma geométrica das moléculas.
- ☐ Compreender a influência da geometria na polaridade molecular.
- ☐ Relacionar a geometria com as propriedades físicas das substâncias.
- ☐ Nenhuma – compreendo bem o conteúdo.

3 – Qual o nível de dificuldade você sente ao estudar o conteúdo de geometria molecular?

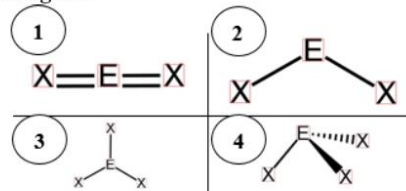
1. Muito fácil
2. Fácil
3. Neutro
4. Difícil
5. Muito difícil

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

4 – Para que serve a geometria molecular?

- ☐ Para calcular a massa molar de uma substância.
- ☐ Para prever a forma das moléculas e a distribuição dos átomos no espaço.
- ☐ Para descobrir o número atômico dos elementos.
- ☐ Para determinar o tipo de ligação iônica em todos os compostos.
- ☐ Ainda não sei informar

5 - Diga qual a geometria das moléculas a seguir.



- ☐ 1- Linear; 2- Angular; 3-Trigonal plana; 4- Piramidal
- ☐ 1- Linear; 2- Tetraédrica; 3-Octaédrica; 4- Piramidal
- ☐ 1- Linear; 2- Tetraédrica; 3-Octaédrica; 4-piramidal
- ☐ 1- Linear; 2- Angular; 3-Angular; 4-Piramidal
- ☐ 1- Linear; 2- Angular; 3-Angular; 4-piramidal

Questionário de Sondagem – TDICS

1– Nas aulas de Química você já utilizou alguma ferramenta digital para estudar química?

1 2 3 4 5
Nunca ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito frequente

2 – Qual sua maior dificuldade em entender sobre geometria molecular?

- ☐ Memorizar os pares de elétrons ligantes e não ligantes.
☐ Identificar corretamente a forma geométrica das moléculas.
☐ Compreender a influência da geometria na polaridade molecular.
☐ Relacionar a geometria com as propriedades físicas das substâncias.
☐ Nenhuma – compreendo bem o conteúdo.

3 – Qual o nível de dificuldade você sente ao estudar o conteúdo de geometria molecular?

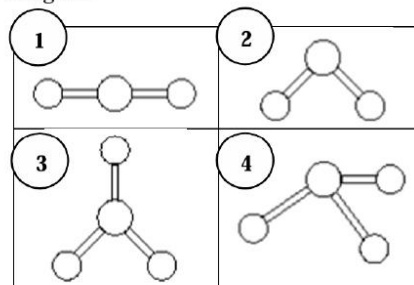
1. Muito fácil
2. Fácil
3. Neutro
4. Difícil
5. Muito difícil

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4
☐ 5

4 – Para que serve a geometria molecular?

- ☐ Para calcular a massa molar de uma substância.
☐ Para prever a forma das moléculas e a distribuição dos átomos no espaço.
☐ Para descobrir o número atômico dos elementos.
☐ Para determinar o tipo de ligação iônica em todos os compostos.
☐ Ainda não sei informar

5 – Diga qual a geometria das moléculas a seguir.



- ☐ 1- Linear; 2- Angular; 3-Trigonal plana; 4- Piramidal
☐ 1- Linear; 2- Tetraédrica; 3- Octaédrica; 4- Piramidal
☐ 1- Linear; 2- Tetraédrica; 3- Octaédrica; 4-piramidal
☐ 1- Linear; 2- Angular; 3-Angular; 4- Piramidal
☐ 1- Linear; 2- Angular; 3-Angular; 4- piramidal

Questionário Pós – Ensino Tradicional

1 – As aulas ajudaram a você entender o conteúdo?

1 2 3 4 5
 Muito insatisfeito ○ ○ ○ ○ ○ Muito satisfeito

2 – O que poderia ser melhor nas aulas?

3 – O que você mais gostou nas aulas sobre geometria molecular?

4 – Como você avalia a utilização do ensino tradicional no estudo de geometria molecular?

1 2 3 4 5
 Muito insatisfeito ○ ○ ○ ○ ○ Muito satisfeito

5– O que é geometria molecular?

() É o método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância, baseado no número atômico dos elementos.

() É a figura geométrica que demonstra como uma molécula está disposta no espaço pela posição dos núcleos dos átomos em relação uns aos outros.

() É uma representação que mostra apenas as ligações covalentes simples existentes entre os átomos.

() É o nome dado à distribuição dos elétrons em níveis e subníveis de energia dentro de um átomo isolado.

() É a forma usada para organizar os elementos na tabela periódica, agrupando-os conforme seu número de prótons.

6 – Qual das alternativas a seguir apresenta uma molécula polar e justifica corretamente a sua polaridade?

() CO_2 – Molécula polar, pois possui ligações polares e geometria angular.

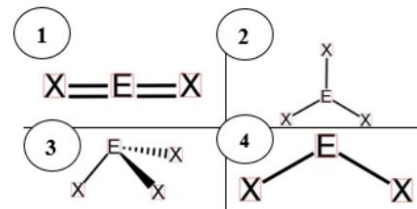
() H_2O – Molécula polar, pois possui ligações polares e geometria angular.

() CH_4 – Molécula polar, pois o carbono atrai mais elétrons que o hidrogênio.

() BF_3 – Molécula polar, pois possui ligações covalentes polares e geometria piramidal.

() CCl_4 – Molécula polar, pois os átomos de cloro são mais eletronegativos.

7 - Diga qual a geometria das moléculas a seguir.



() 1-Linear; 2-Trigonal; 3-Piramidal; 4-Angular

() 1-Angular; 2-Trigonal; 3-Tetraédrica; 4-Linear

() 1-Angular; 2-Bipiramidal; 3-Octaédrica; 4-Linear

() 1-Angular; 2-Angular; 3-Tetraédrica; 4-Linear

() 1-Linear; 2-Trigonal; 3-Tetraédrica; 4-Linear

Questionário Pós – TDICS

1 – As aulas ajudaram a você entender o conteúdo?

1 2 3 4 5
 Muito insatisfeito ○ ○ ○ ○ ○ Muito satisfeito

2 – O que poderia ser melhor nas aulas?

3 – O que você mais gostou nas aulas sobre geometria molecular?

4 – Como você avalia a utilização da TDIC's no estudo de geometria molecular?

1 2 3 4 5
 Muito insatisfeito ○ ○ ○ ○ ○ Muito satisfeito

5– O que é geometria molecular?

() É o método utilizado para calcular a massa molar de qualquer substância, baseado no número atômico dos elementos.

() É a figura geométrica que demonstra como uma molécula está disposta no espaço pela posição dos núcleos dos átomos em relação uns aos outros.

() É uma representação que mostra apenas as ligações covalentes simples existentes entre os átomos.

() É o nome dado à distribuição dos elétrons em níveis e subníveis de energia dentro de um átomo isolado.

() É a forma usada para organizar os elementos na tabela periódica, agrupando-os conforme seu número de prótons.

6 – Qual das alternativas a seguir apresenta uma molécula polar e justifica corretamente a sua polaridade?

() CO_2 – Molécula polar, pois possui ligações polares e geometria angular.

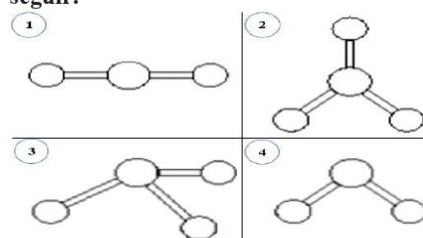
() H_2O – Molécula polar, pois possui ligações polares e geometria angular.

() CH_4 – Molécula polar, pois o carbono atrai mais elétrons que o hidrogênio.

() BF_3 – Molécula polar, pois possui ligações covalentes polares e geometria piramidal.

() CCl_4 – Molécula polar, pois os átomos de cloro são mais eletronegativos.

7 - Diga qual a geometria das moléculas a seguir.



() 1-Linear; 2-Trigonal; 3-Piramidal; 4-Angular

() 1-Angular; 2-Trigonal; 3-Tetraédrica; 4-Linear

() 1-Angular; 2-Bipiramidal; 3-Octaédrica; 4-Linear

() 1-Angular; 2-Angular; 3-Tetraédrica; 4-Linear

() 1-Linear; 2-Trigonal; 3-Tetraédrica; 4-Linear