

O ENSINO HÍBRIDO COMO ESTRATÉGIA PARA MELHORIA DA COMPREENSÃO DE ISOMERIA GEOMÉTRICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

BLENDED LEARNING AS A STRATEGY TO IMPROVE THE UNDERSTANDING OF GEOMETRIC ISOMERISM IN BASIC EDUCATION

Ederson Vinícius Argemiro¹

<https://orcid.org/0009-0004-4457-1427>

Evandro Roberto Alves²

<https://orcid.org/0000-0003-4431-942X>

Alexandre Rossi³

<https://orcid.org/0000-0003-0007-3712>

Resumo:

O ensino e a aprendizagem de Isomeria Geométrica são desafios no Ensino Médio, principalmente devido à abstração desse tema e à necessidade de interpretar representações bidimensionais de estruturas moleculares tridimensionais. Este trabalho de pesquisa propõe a investigação e análise das potencialidades do Ensino Híbrido nos processos de ensino e aprendizagem desse tópico. Essa abordagem de ensino foi aplicada a alunos do 2º Ano do Ensino Técnico integrado ao Ensino Médio de uma Escola Pública na cidade de Igarapava/SP, utilizando os submodelos sala de aula invertida e rotação por estações. Na abordagem da sala de aula invertida, os alunos assistiram a uma videoaula sobre o conteúdo, monitorados pelo aplicativo *Edpuzzle*. Inicialmente, foram observadas dificuldades relacionadas à adesão dos alunos na aplicação da sala de aula invertida, considerando o fato de não estarem habituados à essa estratégia de ensino. Por esse motivo, foi necessário um período de adaptação. Quanto à rotação por estações, foi aplicada uma atividade envolvendo realidade aumentada utilizando o aplicativo “Isomérie Z/E – Mirage” (Estação 1). Na sequência, os alunos responderam a um questionário avaliativo de aprendizagem (Estação 2). Observou-se que o Ensino Híbrido contribuiu para a aprendizagem de isomeria geométrica e promoveu uma participação mais ativa e autônoma dos alunos na construção do próprio conhecimento.

Palavras-chave: Ensino híbrido. Isomeria geométrica. Ensino de química.

¹ Professor da ETEC Antônio Junqueira da Veiga - Centro Paula Souza, Igarapava/SP, Brasil.

² Professor do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba/MG, Brasil.

³ Professor do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba/MG, Brasil.

Abstract:

Teaching and learning Geometric Isomerism are challenges in high school years, largely due to the abstract nature of this subject and the demand to interpret two-dimensional representations of three-dimensional molecular structures. This study investigates the effectiveness of Blended Learning in addressing this topic. This instructional strategy was applied to an 2nd-grade class in a public technical school, incorporating the flipped classroom and station rotation methodologies, in the city of Igarapava, state of São Paulo. During the application of the flipped classroom methodology, students watched a video lesson, with their engagement tracked using the Edpuzzle application. Initial challenges arose with student adjustment to the flipped classroom model, as it was unfamiliar. Consequently, an adaptation period was required. In the application of station rotation methodology, students participated in an augmented reality activity using the Isomérie Z/E – Mirage app (Station 1), followed by a learning assessment questionnaire (Station 2). We observed that Blended Learning contributed to the learning of Geometric Isomerism and promoted more active and autonomous participation by students in constructing their own knowledge.

Keywords: Blended learning. Geometric isomerism. Chemistry teaching.

INTRODUÇÃO

A compreensão de isomeria geométrica, presente em diversos compostos orgânicos, é fundamental para o entendimento da Química e de áreas correlatas. Compostos orgânicos que apresentam esse tipo de isomeria, também denominada isomeria cis-trans, possuem fórmulas moleculares idênticas e a mesma conectividade entre os átomos da estrutura molecular, diferenciando-se apenas no arranjo espacial (Solomons; Fryhle; Snyder, 2016). A formação de isômeros geométricos com propriedades químicas e físicas distintas, ocorre a partir da mudança na disposição espacial de átomos ou grupo de átomos de uma molécula.

No contexto educacional, o domínio do conhecimento desse tópico da Química permite interpretar fenômenos químicos e resolver problemas que surgem em nosso cotidiano, tornando a sua aprendizagem mais atrativa e útil (Almeida; Cirino; Broietti, 2025). Somente dando significado aos conteúdos é que os alunos compreendem a importância de sua aprendizagem e a incorporam à sua formação como cidadãos. Além disso, a isomeria geométrica é relevante para o bem-estar e saúde humana. Um exemplo disso, são os efeitos nocivos das gorduras trans (isômeros geométricos) presentes em alguns alimentos, as quais têm sido comprovadamente associadas a diversos problemas de saúde quando ingeridas. O consumo de gorduras trans compromete a nutrição e contribui com o surgimento de doenças crônicas que podem levar à morte (Guo *et al.*, 2023).

Gordura trans é um termo geral usado para descrever a presença de isômeros geométricos trans em ácidos graxos insaturados. Quase todos os ácidos graxos insaturados de vegetais são constituídos basicamente de isômero cis. Contudo, durante o processamento dos óleos ou da sua hidrogenação parcial, algumas ligações duplas são transformadas na configuração trans mais estável (Walker; Davies; Campbell, 2007, p. 1162).

As dificuldades enfrentadas pelos alunos do Ensino Médio na aprendizagem de isomeria de compostos orgânicos são apontadas na literatura (Nartey; Hanson, 2021; Calixto; Barroso; Fernandes, 2024). Essas dificuldades são atribuídas à ausência de conhecimento prévio sobre as ligações químicas, geometria molecular, e pela representação tridimensional de estruturas moleculares em plano bidimensional, bem como a adequabilidade da metodologia de ensino adotada pelo professor ao ministrar o tópico em sala de aula (Calixto; Barroso; Fernandes, 2024). Considerando a necessidade de enfrentar esses obstáculos no ensino e aprendizagem de isomeria geométrica, a utilização da abordagem pedagógica do Ensino Híbrido (doravante EH) configura-se como uma estratégia viável e adequada, sendo descrita como:

[...] um programa de educação formal no qual o aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do compartilhamento *on-line* de um conteúdo e instrução, com algum elemento de controle do aluno sobre o tempo, local, espaço, modo e/ou ritmo, e pelo menos em parte, em uma localização física supervisionada e fora do ambiente doméstico (Staker; Horn, 2012, p. 04).

O EH propõe a integração de atividades de ensino e aprendizagem aplicadas presencialmente e a distância. As atividades, planejadas e ofertadas pelo professor e com o auxílio de tecnologias digitais, são realizadas pelos alunos no formato *on-line*, sob supervisão e respeitando seus próprios ritmos de estudo. Durante as atividades presenciais, o professor valoriza as relações interpessoais, supervisiona a aprendizagem e a complementa, com o objetivo de melhorá-la (Staker; Horn, 2012). Nesta abordagem pedagógica, os alunos e professores posicionam-se diferentemente em relação ao ensino tradicional, de modo que o professor passa a atuar como mediador da aprendizagem, enquanto os alunos assumem a responsabilidade e o protagonismo nesse processo (CIEB, 2021). Ainda, o ensino torna-se personalizado na medida em que o professor levanta informações sobre o perfil e experiências de cada aluno. Assim, é possível identificar as dificuldades do alunado e direcionar o planejamento de atividades e estratégias de ensino de maneira mais focada e individualizada. Ainda, essa abordagem contempla quatro modelos de organização de ensino: *Rotação*, *Flex*, *À la Carte* e *Virtual Enriquecido*. O modelo “rotação”, por sua vez, apresenta quatro submodelos: rotação individual, laboratório rotacional, sala de aula invertida e rotação por estações (Christensen; Horn; Staker, 2013). Na experiência relatada no presente trabalho foram aplicados os dois últimos submodelos mencionados.

A sala de aula invertida (doravante SAI) aplica uma inversão da prática tradicional das atividades ministradas em sala de aula, permitindo que o aluno tenha o contato prévio com o conteúdo e antes desse ser abordado pelo professor em aula presencial (Bergmann; Sams, 2012). Os alunos realizam os estudos fora do ambiente escolar, por meio de acesso aos temas que serão abordados em tarefas/lições *on-line* (Christensen; Horn; Staker, 2013; Bacich; Tanzi; Trevisani, 2015). Essa abordagem envolve a utilização de recursos multimídia digitais como apoio à construção do conhecimento, sendo utilizado videoaulas, jogos, arquivos de áudio, dentre outros. Com auxílio desses recursos, é possível otimizar o tempo destinado às aulas presenciais e priorizar outras atividades envolvendo interatividade, aprofundamento e discussões sobre o conteúdo (Moreira; Lima 2024). Segundo Sampaio *et al.* (2023), a SAI aplicada no contexto de eletroquímica promoveu melhorias na aprendizagem, ao mesmo tempo em que contribuiu para o desenvolvimento da autonomia dos alunos e favoreceu uma maior personalização do ensino. De modo semelhante, sua utilização no ensino de radioatividade contribuiu para o desenvolvimento

do raciocínio lógico e para a superação das dificuldades relacionadas ao conteúdo, gerando satisfação na maioria dos alunos (Lima-Júnior *et al.*, 2017).

No submodelo de rotação por estações (doravante RPE), os alunos são organizados em grupos e realizam atividades diferentes, planejadas pelo professor, em estações. O modelo valoriza o trabalho colaborativo e a personalização do aprendizado. As mudanças entre as estações são previamente definidas, permitindo que os alunos realizem todas as atividades planejadas, de maneira integrada e sem a necessidade de uma ordem específica. Os resultados referentes à aplicação do submodelo RPE têm sido promissores e interessantes. Serbim e Dos Santos (2021) observaram uma participação mais ativa dos alunos durante a aprendizagem de soluções químicas por meio da aplicação desse submodelo, constatando maior interatividade e motivação à aprendizagem do conteúdo. Relatos de resultados semelhantes foram publicados por outros autores (Almarzuqi; Sulaiman; Mustakim, 2024).

Este trabalho de pesquisa propõe investigar e analisar as potencialidades do EH no processo de ensino e aprendizagem de isomeria geométrica, enfocando os submodelos SAI e RPE, com o intuito de contribuir para a minimização das dificuldades enfrentadas em relação a esse tópico da Química.

METODOLOGIA

Essa pesquisa, de natureza aplicada e exploratória, foi realizada com 19 alunos do 2º ano do Ensino Médio do período noturno de um Curso Técnico em Química, em uma escola pública localizada na Fazenda Baixada (zona rural), no município de Igarapava/SP. Antes da realização da pesquisa, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, sob o número 5.422.888. Os dados obtidos na pesquisa foram analisados quantitativamente.

Embasadas nos princípios do EH, foram realizadas atividades em quatro momentos diferentes, sendo necessárias cinco aulas de cinquenta minutos para as Etapas 1, 3 e 4 e uma semana, para a Etapa 2 (SAI), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas de aplicação do EH

Etapas	Atividade	Descrição	Duração
1	Roda de Conversa	Levantamento do conhecimento prévio e aplicação do Questionário A (perfil dos alunos)	1 aula (50 minutos)
2	Aplicação de SAI	Estudos não presenciais com apoio de videoaula (<i>on-line</i>) e livro didático	1 semana
3	Grupo de Estudos	Trabalho orientado sobre os fundamentos teóricos de isomeria geométrica e esclarecimento de dúvidas dos alunos	2 aulas (50 minutos cada)
4	Rotação por Estações (RPE)	Estação 1: visualização de isômeros geométricos com aplicação de realidade	2 aulas (50 minutos)

		aumentada pelo aplicativo “Isomérie Z/E - Mirage”	cada)
		Estação 2: aplicação do Questionário B (avaliação da aprendizagem)	

Fonte: Os Autores.

Na Etapa 1, foi realizada uma roda de conversa com objetivo de apresentar aos alunos a pesquisa que seria desenvolvida e diagnosticar seus conhecimentos prévios sobre isomeria geométrica. Em seguida, o Questionário A (Quadro 2) foi aplicado com o intuito de conhecer o perfil dos alunos participantes da pesquisa com relação ao uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e da internet em atividades escolares.

Quadro 2 - Questionário A: levantamento do perfil dos alunos

Questões	
1. Idade:	2. Sexo:
3. Há <i>internet</i> disponível para acesso em sua residência? Qual dispositivo você costuma usar (celular, computador, tablet, outro)?	
4. Utiliza a <i>internet</i> para acessar conteúdos escolares em seus estudos? Tem preferência por algum site?	

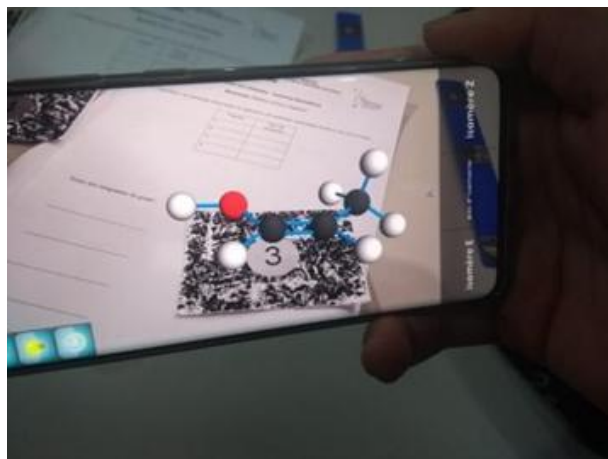
Fonte: Os Autores.

No submodelo SAI (Etapa 2), foi disponibilizada uma videoaula sobre isomeria geométrica, hospedada em uma sala virtual denominada “Isomeria”, criada pelo professor no aplicativo *Edpuzzle*. O *link* de acesso à videoaula, disponível no *Youtube* (https://www.youtube.com/watch?v=2K_Bu_0RsLM), foi compartilhado com os alunos pelo aplicativo *WhatsApp*. Destaca-se que a utilização da videoaula selecionada foi previamente autorizada pelo autor. Após a realização da Etapa 2, o professor trabalhou em sala de aula os aspectos teóricos do conteúdo, oportunizando aos alunos o esclarecimento de dúvidas que surgiram durante a atividade da SAI.

A partir do submodelo RPE e da Estação 1 (Etapa 4), foi elaborada uma atividade relacionada à realidade aumentada (RA), utilizando o aplicativo “Isomérie Z/E - Mirage”, disponível na *Play Store* do sistema operacional Android. A turma foi organizada em grupos de três alunos, sendo solicitado que um representante de cada grupo fizesse o *download* desse aplicativo em um celular. Após as orientações prévias sobre seu uso, cada grupo recebeu quatro marcadores impressos e disponíveis no aplicativo que permitem a visualização virtual e tridimensional (3D) de moléculas. Em seguida, os alunos direcionaram a câmera do celular para a leitura dos marcadores impressos, sendo projetadas estruturas moleculares virtuais 3D de diferentes compostos orgânicos que apresentam isomeria geométrica (Figura 1). Diante da projeção das imagens, foi solicitado aos grupos que indicassem a classificação das estruturas moleculares observadas em *cis* ou *trans* e anotassem as respostas para que, posteriormente, fossem entregues ao professor para correção.

Na Estação 2 (Etapa 4), a aprendizagem de cada aluno foi avaliada por meio do Questionário B, aplicado no *Google Forms*, contendo questões selecionadas de exames vestibulares (Quadro 3). O *link* de acesso a esse questionário foi disponibilizado aos alunos no grupo de *WhatsApp* e os resultados foram analisados quantitativamente.

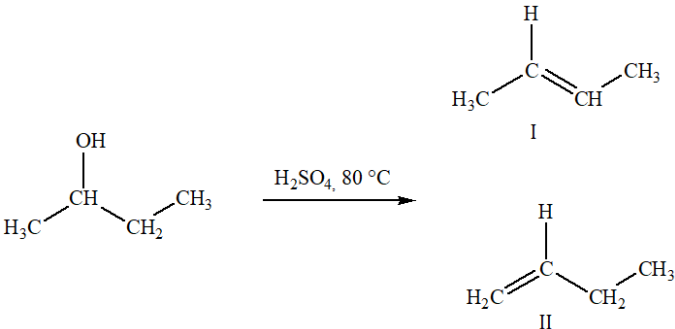
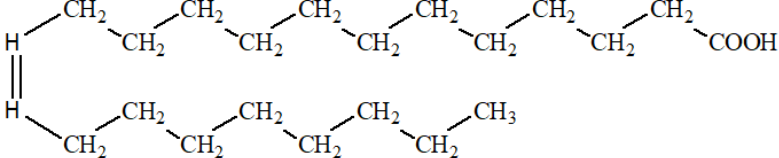
Figura 1 - Atividade com aplicativo “Isomérie E/Z - Mirage”



Fonte: Os Autores.

Quadro 3 - Questionário B: avaliação sobre isomeria geométrica

Questões	Alternativas
1. (UCDB-MS-modificada). Considerando as estruturas moleculares fornecidas, identifique o par de compostos que apresenta isomeria geométrica: $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{H} \end{array}$ I $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ II $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{Br} \quad \text{Cl} \end{array}$ III $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ IV	a) I e II. b) I e III. c) III e IV. d) IV e I. e) II e III. Resposta esperada: Alternativa C
2. (FESP-modificada). Os ácidos maleico e fumárico são isômeros geométricos, cujas estruturas moleculares estão representadas abaixo. Assinale a alternativa correta a respeito desses ácidos. $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$ ácido maleico $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$ ácido fumárico	a) A formação de ligação de hidrogênio intramolecular (dentro da mesma molécula) é favorecida para o ácido fumárico. b) O ácido fumárico corresponde ao isômero trans. c) O ácido maleico corresponde ao isômero trans.

	d) Nenhuma das alternativas. Resposta esperada: Alternativa B
3. (UFES-modificada). A equação química a seguir representa os produtos formados na desidratação do butan-2-ol. Pode-se afirmar que: 	a) II admite isômeros geométricos. b) I admite isômeros geométricos. c) I e II são isômeros geométricos. d) Nenhuma das alternativas. Resposta esperada: Alternativa B
4. (UNIFOR-CE-modificada). Observe atentamente a estrutura molecular abaixo e avalie as afirmações apresentadas sobre esse composto.  I. Apresenta isomeria geométrica (cis-trans); II. Admite o isômero geométrico trans; III. Trata-se de um composto insaturado. A(s) afirmação(ões) correta(s) é(são):	a) I somente. b) II somente. c) III somente. d) II e III somente. e) I, II e III. Resposta esperada: Alternativa E

Fonte: Os Autores.

A abordagem pedagógica do EH aplicada no ensino e aprendizagem do tópico isomeria geométrica foi avaliada com base nas respostas dos alunos em relação às afirmações contidas no Questionário C (Quadro 4), utilizando-se uma escala Likert de cinco pontos (Likert, 1932). Os pontos considerados foram: concordo plenamente (1), concordo parcialmente (2), não concordo nem discordo (3), discordo parcialmente (4) e discordo totalmente (5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao apresentar a proposta de estudo de isomeria geométrica na modalidade de EH, utilizando os submodelos SAI e RPE, observou-se grande expectativa e motivação por parte dos alunos. A adesão à pesquisa ocorreu em resposta à possibilidade de vivenciar um processo de ensino e aprendizagem diversificado e diferente do modelo tradicional ao qual estavam acostumados, e que incluía o uso de recursos digitais.

De acordo com os dados obtidos por meio do Questionário A (Quadro 2), os alunos participantes desta pesquisa tinham entre 16 e 39 anos, sendo 67% do sexo feminino. Conforme o Relatório do 5º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação (Brasil, 2025), desde 2013 observa-se uma maior participação do sexo feminino em cursos técnicos profissionalizantes, alcançando 57,9% em 2023. Essa tendência pode também ser verificada no Ensino Médio não profissionalizante. Conforme os estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a taxa de frequência escolar líquida no Ensino Médio foi de 73,5 % para o sexo masculino e de 80,1 % para o feminino. Essa tendência vem mudando significativamente o cenário educacional e profissional brasileiro.

No que se refere ao acesso à internet (Quadro 2 - questão 3), todos os alunos participantes da pesquisa afirmaram dispor desse recurso em suas residências, seja por meio de banda larga ou de conexão móvel, incluindo o celular como o dispositivo digital mais utilizado para esse fim. O fato de todos os alunos possuírem dispositivos eletrônicos e acesso à internet em suas residências, facilitou a aplicação e o desenvolvimento das atividades propostas. Caso algum aluno não dispusesse de conexão e/ou de aparelho celular ou computador para os estudos, esses recursos seriam disponibilizados pela escola participante. Quando questionados sobre o uso da internet para a consulta de conteúdos escolares objetivando complementar os estudos (Quadro 2 - questão 4), mais de 50% dos alunos responderam utilizar diferentes sites, sendo os mais citados “Brasil Escola”, “Toda Matéria” e “Manual da Química”.

Na roda de conversa, ao serem questionados sobre isomeria geométrica, os alunos demonstraram desconhecimento sobre esse conteúdo. Entretanto, foi possível identificar conhecimentos prévios relevantes para a aprendizagem do tema, tais como ligações químicas, fórmulas estruturais e geometrias moleculares com base na Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons da Camada de Valência (RPECV). Diante dessa constatação, a pesquisa foi desenvolvida no sentido de introduzir novos conhecimentos a partir daqueles já aprendidos pelos alunos, favorecendo uma aprendizagem contínua e mais eficaz sobre isomeria geométrica.

No submodelo de SAI, a videoaula sobre isomeria geométrica foi disponibilizada aos alunos por meio do aplicativo *Edpuzzle* (Quadro 1, Etapa 2). Esse recurso permitiu ao professor-pesquisador monitorar quais alunos assistiram à videoaula integralmente e quais não realizaram a atividade. Em suas residências ou em outros ambientes diferentes da instituição escolar, os alunos puderam acessar o conteúdo da videoaula quantas vezes julgassem necessário, podendo pausar a reprodução para registrar dúvidas ou comentários durante o estudo. A seleção da videoaula considerou critérios como: apresentação do conteúdo em sequência lógica e adequada, ausência de erros conceituais (Buchner, 2018), utilização de linguagem clara e objetiva e duração compatível com a manutenção do interesse dos alunos, evitando que o vídeo se tornasse desinteressante ou cansativo (Bergmann; Sans, 2012).

Entre os 19 alunos inscritos na sala virtual “Isomeria” no *Edpuzzle*, 42% assistiram à videoaula integralmente. Os demais relataram dificuldades para visualizá-la de forma adequada, atribuídas a diversos fatores, como trabalho no contraturno escolar, insegurança no uso do aplicativo, falta de hábito em estudar *on-line* e com a conexão da internet, principalmente entre aqueles residentes na zona rural. Diante dessas limitações, alguns alunos optaram por utilizar o livro didático físico disponível na biblioteca da Escola. Esses fatores ficaram evidenciados ao

longo da pesquisa, destacando-se como desafios a serem superados. Dificuldades semelhantes também foram descritas por outros autores (Pavanelo; Lima, 2017; Pereira; Da Silva, 2021). Considerando que os alunos não estavam habituados à prática pedagógica SAI e tampouco ao protagonismo no próprio processo de aprendizagem, a resistência inicial à sua aplicação mostrou-se compreensível. No entanto, a superação desses desafios ocorreu por meio da persistência e do trabalho motivacional de todos os envolvidos, conforme reportado por Demski (2013). Mensagens e lembretes foram enviados aos alunos via *WhatsApp*, incentivando-os a assistirem à videoaula e reforçando que o êxito na aprendizagem do conteúdo dependeria do engajamento deles nas atividades propostas. Essas ações foram fundamentais durante a aplicação da SAI e contribuíram muito para o bom andamento do trabalho.

Após a aplicação da SAI, as dúvidas que surgiram durante a realização da atividade *on-line* foram discutidas entre os alunos e o professor, buscando esclarecê-las no Grupo de Estudos (Etapa 3 do Quadro 1). Nesse momento interativo e colaborativo, o professor atuou como mediador das discussões, aproveitando a ocasião para esclarecer e aprofundar o tópico isomeria geométrica. Essa atividade foi realizada presencialmente em sala de aula, estimulando a interação entre os alunos, que assumiram o protagonismo da aprendizagem por meio de questionamentos e da troca de conhecimentos entre si e com o professor. Segundo Cohen e Lotan (2017, p. 11), “a interação, conversa e o trabalho conjunto fornecem aos alunos a oportunidade de participarem e agirem como membros de uma comunidade de aprendizagem”. Deve ser destacada a importância da participação igualitária de todos os envolvidos na atividade, permitindo a discussão coletiva e favorecendo a aprendizagem do conteúdo abordado nos Grupos de Estudos (Cohen; Lotan, 2017).

As duas atividades envolvendo o submodelo RPE (Estações 1 e 2) foram elaboradas com o objetivo de consolidar o conhecimento e avaliar a aprendizagem do conteúdo de isomeria geométrica. No momento da aplicação da RPE em sala de aula, foram registradas ausências, resultando na participação de 16 alunos. Na Estação 1, a atividade envolveu a aplicação da realidade aumentada (RA), por meio do aplicativo “*Isomérie Z/E - Mirage*”. A RA é compreendida como uma experiência que integra elementos virtuais à realidade do usuário em seu ambiente físico, permitindo a interação com esses objetos digitais projetados por meio de um dispositivo eletrônico como celular ou computador. Ressalta-se que a RA difere da realidade virtual (RV), sendo que esta última, promove a imersão total do usuário em um ambiente virtual, com estímulos sensoriais que podem ser visuais, auditivos e táteis (Patrício *et al.*, 2025).

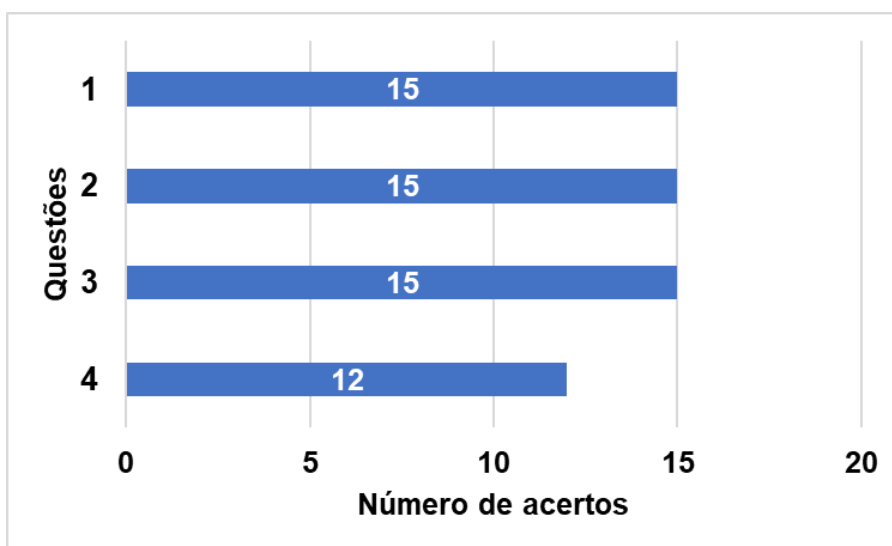
A RA permite a visualização de objetos virtuais bidimensionais (2D) inseridos no espaço tridimensional (3D), possibilitando a interação simultânea dessas imagens virtuais com o ambiente real (Leite, 2020). No que se diz respeito à RA, tem sido observado um avanço extraordinário nos últimos anos, impulsionado pelo seu grande potencial na educação. Na área da Química, Fernandes e Locatelli (2021) destacam a existência de um nível de abstração elevado, o que é considerado um fator dificultador para a aprendizagem. Essa abstração está frequentemente relacionada ao nível submicroscópico do conhecimento químico, conforme descrito por Johnstone (1993) e revisado por Mahaffy (2006). No caso específico da isomeria geométrica, os alunos precisam visualizar estruturas moleculares tridimensionais (3D) representadas em um plano bidimensional (2D), o que pode dificultar o entendimento. A RA pode minimizar as dificuldades ao lidar com elementos abstratos e submicroscópicos da Química, permitindo uma visualização mais detalhada de estruturas moleculares, ligações químicas e proporção de tamanho de átomos, entre outros

aspectos. Além disso, possibilita a observação dos objetos em diferentes ângulos de visualização, facilitando a compreensão de diversos conteúdos, especialmente aqueles relacionados às estruturas moleculares (Rocha *et al.*, 2021). No contexto educacional, a RA pode ser utilizada como recurso metodológico complementar, capaz de estimular a aprendizagem e promover maior interação entre alunos e professor (Rocha *et al.*, 2021).

Após a análise das respostas dos alunos referentes à atividade de RA realizada com o aplicativo “Isomérie Z/E - Mirage”, verificou-se que todos os grupos obtiveram 100% de acerto. Esses resultados corroboraram com os dados observados por Irwansyah *et al.* (2018), que desenvolveram um aplicativo de RA para o ensino de geometria molecular. Segundo esses autores, o aplicativo mostrou-se adequado para o ensino de Química, tendo atingido uma taxa de aprendizagem de 92,5% do conteúdo abordado. Destaca-se também a boa aceitação dos alunos com relação ao uso do aplicativo “Isomérie Z/E - Mirage”, durante a aplicação da Estação 1.

Na Estação 2, o Questionário B, composto por quatro questões extraídas de exames de vestibular (Quadro 3), foi aplicado *on-line* por meio do *Google Forms*. O *link* de acesso foi disponibilizado aos alunos no grupo de *WhatsApp* da turma. A análise das respostas revelou um índice de acertos de 93,7% nas questões 1, 2 e 3, e de 75,0% na questão 4, conforme apresentado na Figura 2. A menor taxa de acertos na questão 4 pode estar relacionada à maior complexidade da estrutura molecular do composto orgânico e ao comprimento de cadeia carbônica analisada. Nesse contexto, a aplicação da tecnologia RA contribuiu para o aprofundamento da compreensão do conteúdo, possibilitando superar uma das maiores dificuldades relatadas pelos alunos e professores, que é a transposição das representações das estruturas moleculares bidimensionais (2D) para o campo espacial. A projeção virtual das estruturas moleculares pela RA oportunizou mais interatividade, engajando os alunos e auxiliando-os na superação do obstáculo cognitivo na visualização tridimensional das moléculas, tornando o processo de aprendizagem dos conteúdos mais efetivo e dinâmico. Apesar da constatação do menor índice de acertos na questão 4, esses resultados corroboraram os apontamentos de Pauletti e Catelli (2018), ao constatarem que os recursos tecnológicos são decisivos no ensino de isomeria geométrica, permitindo, principalmente, “a visualização de representações de fenômenos químicos que seriam inacessíveis à percepção humana” (Pauletti; Catelli, 2018, p. 263).

Em função do percentual de acertos no Questionário B, podemos observar um efeito positivo na aprendizagem do tópico isomeria geométrica, sendo esse resultado favorecido pelas diferentes atividades elaboradas e aplicadas na modalidade do EH.

Figura 2 - Análise das respostas dos alunos ao Questionário B

Fonte: Os Autores.

Durante a aplicação do Questionário C, os alunos foram orientados sobre a importância de fornecer respostas genuínas, enfatizando-se que não haviam respostas certas ou erradas. As respostas referentes à avaliação da aplicação do EH são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Questionário C: avaliação da abordagem pedagógica do EH

Afirmações	Escala Likert				
	1 Concordo Plenamente	2 Concordo Plenamente	3 Não concordo nem discordo	4 Discordo Parcialmente	5 Discordo Totalmente
1. A forma como foram desenvolvidas as atividades para a aprendizagem do conteúdo de isomeria geométrica, na abordagem EH, foi satisfatória.	13 (1,3%)	3 (1,7%)			
2. As diferentes atividades propostas (videoaula, texto, roda de conversa, estações por rotação) contribuíram para o meu aprendizado de isomeria geométrica.	15 (93,8%)	1 (6,2%)			
3. Tenho maior preferência pelas aulas tradicionais a ter que realizar os estudos com	6 (37,5%)	7 (43,7%)	2 (12,5%)	1 (6,3%)	

atividades <i>on-line</i> .					
4. Considero que o uso do <i>WhatsApp</i> favoreceu a minha interação com o professor.	14 (87,5%)	1 (6,3%)	1 (6,2%)		
5. O uso do <i>WhatsApp</i> contribuiu para a aplicação do EH.	12 (75,0%)	3 (18,8%)			1 (6,2%)
6. O conhecimento sobre isomeria é importante, a ponto de evitar problemas de saúde ao ingerir um medicamento.	12 (75,0%)	2 (12,7%)	2 (12,7%)		
7. Compreendi melhor os conceitos químicos sobre isomeria geométrica ao ter contato prévio com os materiais disponibilizados para estudo, antes da aula presencial.	13 (1,2%)	3 (1,1%)			

Fonte: Os Autores.

As respostas referentes à afirmação 1 do Questionário C mostraram que 81,3% alunos concordaram plenamente com a forma como as atividades foram desenvolvidas no EH, enquanto que 18,7%, concordaram parcialmente. Esses resultados indicam que a maioria dos alunos aprovou a escolha da videoaula utilizada, o uso dos aplicativos *Whatsapp* e *Edpuzzle*, bem como a aplicação dos submodelos escolhidos no EH para os estudos de isomeria geométrica.

Em se tratando da afirmação 2, houve a concordância de 93,8% dos alunos com a mescla e aplicação de atividades diversas, reconhecendo sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem de isomeria geométrica.

Em relação à afirmativa 3, que aborda a preferência por aulas expositivas presenciais em comparação às aulas *on-line*, 37,5% alunos concordaram plenamente, 43,7% concordaram parcialmente, 12,5% mostraram-se indiferentes e 6,3% discordaram parcialmente. Esses resultados indicam que, embora houvesse uma boa aceitação do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), a maioria dos alunos ainda prefere o formato presencial. Esta constatação pode estar relacionada ao fato de que, até então, os alunos não tinham experiência prévia com atividades *on-line* ou com o submodelo de SAI. Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de um período de adaptação à nova prática educacional. As dificuldades encontradas pelos alunos para se adaptarem aos estudos *on-line* antes dos encontros presenciais, bem como a responsabilidade pelo próprio processo de aprendizagem, configuram desafios a serem superados, os quais foram também relatados por outros pesquisadores (Pavanelo; Lima, 2017).

Na afirmativa 4, que analisou a contribuição do *WhatsApp* para a melhoria da interação aluno-professor, 87,5% dos alunos concordaram plenamente. Resultado semelhante foi relatado por Paczkowski e Passos (2019), ao utilizarem o *WhatsApp* em atividades pedagógicas com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Porto Alegre (RS). As autoras

observaram que, durante o desenvolvimento das atividades, o uso do aplicativo promoveu a troca de vídeos, informações e discussões sobre tópicos de Química, contribuindo para o fortalecimento da relação aluno-professor. Além disso, ao avaliarmos se uso do *WhatsApp* contribuiu para a aplicação do EH (afirmativa 5), foi constatado que 75,0% dos alunos concordaram plenamente, 18,8% concordaram parcialmente e somente 6,2% deles discordaram totalmente. Diante das respostas das afirmativas 4 e 5, conclui-se que o *WhatsApp* foi avaliado como um recurso digital adequado e facilitador, tanto para o acesso às atividades quanto para a aproximação entre alunos e professor durante o ensino de isomeria geométrica na modalidade EH.

No que se refere à afirmativa 6, os resultados mostraram que 75,0% dos alunos concordaram plenamente que o conhecimento sobre isomeria geométrica é importante, especialmente por auxiliar na prevenção de problemas relacionados à saúde, como os decorrentes da ingestão inadequada de determinados medicamentos. A avaliação da afirmação 7 revelou que 81,2% dos alunos compreenderam melhor os conceitos químicos relacionados à isomeria geométrica após terem tido contato prévio com a videoaula disponibilizada para estudo antes da aula presencial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de isomeria geométrica, fundamentado na abordagem pedagógica EH e aplicado aos alunos do 2º ano de um curso técnico em Química, mostrou-se eficaz e atrativo, trazendo resultados que contribuíram para minimizar as dificuldades frequentemente relatadas em relação à aprendizagem desse conteúdo.

O EH foi bem aceito pelos alunos. Contudo, no início da implementação da abordagem pedagógica SAI, foi observada certa resistência na realização das atividades *on-line*, evidenciando a falta de hábito em conduzir estudos com autonomia. Essa constatação indica a necessidade de novas pesquisas que explorem intervenções capazes de auxiliar a adaptação dos alunos à SAI, contribuindo para a superação desse desafio. A aplicação dos submodelos SAI e RPE, possibilitou um melhor desenvolvimento do tópico abordado, e, a aplicação de diferentes atividades foi fundamental para a consolidação da aprendizagem de isomeria geométrica. O *WhatsApp* e o *Edpuzzle* foram adequados e acessíveis para a aplicação das atividades dos submodelos citados, sendo reconhecidos como instrumentos importantes e facilitadores da comunicação entre professor e aluno.

A utilização do aplicativo “Isomérie Z/E - Mirage” promoveu uma facilitação da visualização tridimensional das estruturas moleculares de compostos isoméricos, resultando em avanços na compreensão de conceitos abstratos e submicroscópicos relacionados aos isômeros geométricos. O aplicativo também atuou como um recurso didático de apoio ao processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a aplicação da abordagem pedagógica EH configura-se como uma estratégia promissora, com grande potencial para superar desafios recorrentes na abordagem de conteúdos abstratos e de difícil compreensão, como a isomeria geométrica. Esses resultados ampliam a possibilidade do EH ser aplicado a outros tópicos de química que também apresentam elevado nível de abstração, como ligações químicas covalentes, geometria molecular, hibridização de carbono e isomeria óptica.

Além disso, a abordagem pedagógica EH tornou as aulas sobre isomeria geométrica mais interessantes, dinâmicas e colaborativas, posicionando os alunos como protagonistas do processo educativo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ALMARZUQI, Ali Abdullah Ali; SULAIMAN, Tajularipin; MUSTAKIM, Ssiti Salina. Effects of Blended Learning Through Lab-Rotation (BLLR) Model on Motivating High School Students to Learn Chemistry Subject. **International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences**, [S.I.], v. 14, n. 6, p. 434-444, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/381395192_Effects_of_Blended_Learning_Through_Lab-Rotation_BLLR_Model_on_Motivating_High_School_Students_to_Learn_Chemistry_Subject. Acesso em: 30 abr. 2026.
- ALMEIDA, Milene Graciele; CIRINO, Marcelo Maia; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. Ensino da Isomeria Óptica com enfoque CTS e aporte das novas tecnologias digitais. **EccoS – Revista Científica**, São Paulo, n. 73, e27526, p. 1-23, 2025. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/27526https://doi.org/10.5585/2025.27526>. Acesso em: 30 abr. 2026.
- BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 272.
- BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. 1. ed. Washington: International Society for Technology in Education, ASDC, 2012. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Flip_Your_Classroom.html?id=YOZCgAAQBAJ&redir_esc=y. Acesso em: 30 abr. 2026.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório do 5º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação**. Brasília: Inep, 2025. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/plano_nacional_de_educacao/relatorio_do_quinto_ciclo_de_monitoramento_das_metas_do_plano_nacional_de_educacao.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.
- BUCHNER, Josef. How to create Educational Videos: From watching passively to learning actively. R&E-SOURCE: **Open Online Journal for Research and Education**, Rorschach, CH, v. 12, p. 1-10, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327423659_How_to_create_Educational_Videos_From_watching_passively_to_learning_actively. Acesso em 30 abr. 2026.

CALIXTO, Marcelo Max Borges; BARROSO, Marcia Teixeira; FERNANDES, Nedja Suely. O ensino de estereoisomeria no nível médio utilizando o método jisaw. **Reamec- Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, MT, v. 12, e24035, p. 1-27, 2024. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/16446>. Acesso em: 14 nov. 2025.

CHRISTENSEN, Clayton Magleby; HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Ensino Híbrido: uma inovação disruptiva?** Uma introdução à teoria dos híbridos. Tradução: Fundação Lemann e Instituto Península, Massachusetts, MA, p. 51, 2013. Disponível em: <https://www.christenseninstitute.org/publications/ensino-hibrido/>. Acesso em: 28 out. 2025.

CIEB. Centro De Inovação Para Educação Brasileira. **Notas Técnicas #18: ensino híbrido e o uso das tecnologias digitais na educação básica**. São Paulo, CIEB, p. 24, 2021. Disponível em: https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2021/02/Nota-tecnica-18_Ensino-hibrido.pdf. Acesso em: 26 out. 2025.

COHEN, Elizabeth; LOTAN, Rachel. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017, p. 256.

DEMSKI, Jennifer. **6 expert tips for flipping the classroom**. Campus Technology, Woodland Hills, CA, v. 25, n. 5, p. 32-37, 2013. Disponível em: <https://campustechnology.com/articles/2013/01/23/6-expert-tips-for-flipping-the-classroom.aspx>. Acesso em: 01 out. 2025.

FERNANDES, Bruno Gumieri; LOCATELLI, Solange Wagner. Acesso e Transição nos Níveis Representacionais durante a Construção de Modelos Explicativos acerca de Interações Intermoleculares. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 21, e20017, p. 1–29, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/20017>. Acesso em: 27 out. 2025.

GUO, Qin.; LI, Tian; QU, Yang; LIANG, Manzhu; HA, Yiming; ZHANG, Yu; WANG, Qiang. New research development on trans fatty acids in food: Biological effects, analytical methods, formation mechanism, and mitigating measures. **Progress in Lipid Research**, [S.I.], v. 89:101199, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0163782722000546>. Acesso em: 14 nov. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD Contínua: Pesquisa Nacional por amostra de domicílios**, Rio de Janeiro, RJ, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7141#resultado>. Acesso em: 25 out. 2025.

IRWANSYAH, Ferli Septi; YUSUF, Y M; CH, Farida Ida; RAMDHANI, Muhammad Ali. In: IOP conference series: Materials science and engineering, 2018, Indonesia. **Augmented reality (AR) technology on the android operating system in chemistry learning**, Indonesia: IOP Publishing 288 012068, 2018. p. 1-7. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/288/1/012068>. Acesso em: 28 out. 2025.

JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed070p701>. Acesso em: 14 nov. 2025.

LEITE, Bruno Silva. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. **Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, Manaus, AM, v. 6, p. e097220, 2020. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/972>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIKERT, Rensis. Technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, [S.I.], v. 22, p. 5-55, 1932. Disponível em: https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025.

LIMA-JÚNIOR, Cláudio Gabriel; CAVALCANTE, Amanda Meira de Araújo; OLIVEIRA, Nayara de Lima.; DOS SANTOS, Gilmar Feliciano; MONTEIRO-JÚNIOR, José Maurício A. Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: Planejamento, Aplicação e Avaliação no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, PE, v. 3, n. 2, p. 119-145, 2017. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1787/1589>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MAHAFFY, Peter. Moving chemistry education into 3D: a tetrahedral metaphor for understanding chemistry. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v. 83, n. 1, p. 49-55, 2006. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/ed083p49>. Acesso em: 14 nov. 2025.

MOREIRA, Franciely Pereira; LIMA, Danielli Araújo. Systematic literature review on the impact of Blended Learning in promoting student engagement and autonomy: findings and recommendations. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 32, p. 242-269, 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/rbie/article/view/3284>. Acesso em: 14 abr. 2026.

NARTEY, Esther; HANSON, Ruby. The perceptions of senior high school students and teachers about organic chemistry: a Ghanaian perspective. **Science Education International**, v. 32, n. 4, p. 331-342, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/356688353_The_The_perceptions_of_Senior_High_School_students_and_teachers_about_organic_chemistry_A_Ghanaian_perspective. Acesso em: 14 abr. 2026.

PACZKOWSKI, Ingrid Maliszewski; PASSOS, Camila Greff. Whatsapp: uma ferramenta pedagógica para o ensino de Química. **RENOTE: Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 1, p. 316-325, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/61411/36314>. Acesso em: 02 mai. 2026.

PATRICIO, Pamela R.; REIS, Willian F.; CASTRO, Rodrigo A.; ANDRADE, Gabriela M. P. C. Realidade Aumentada no Ensino de Química Orgânica: Uma Abordagem Imersiva e Interativa para o Ensino de Isomeria Plana e Espacial. **Revista Virtual de Química**, v. 17, n. 1, p. 3-10, 2025. Disponível em: <https://rvq.sbq.org.br/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

PAULETTI, Fabiana; CATELLI, Francisco. Um estudo de caso: programas computacionais mediando o ensino de isomeria geométrica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 250-269, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect>. Acesso em: 15 abr. 2026.

PAVANELO, Elisangela; LIMA, Renan. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 31, n. 58, p. 739-759, 2017. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/319412212_Sala_de_Aula_Invertida_a_analise_de_um_a_experiencia_na_disciplina_de_Calculo_I. Acesso em: 30 abr. 2026.

PEREIRA, Elen Gomes; DA SILVA, Luciano Dias. Relato de experiência no ensino híbrido: como estudantes de química em nível médio encaram a indicação de videoaulas? **Revista Edapeci**, São Cristovão, SE, v. 21, n. 1, p. 72-84, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/edapeci/article/view/15235>. Acesso em: 14 nov. 2025.

ROCHA, Nágila Menezes; VASCONCELOS, Ana Karine Portela; FILHO, Vicente Tomé do Nascimento; SAMPAIO, Caroline de Góes; BARROSO, Maria Cleide da Silva. A realidade aumentada como recurso auxiliar para a aprendizagem significativa de geometria molecular. **Research, Society and Development**, Itabira, MG, v. 10, n. 10, p. 1-6, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/9027/16759>. Acesso em: 14 nov. 2025.

SAMPAIO, Francisca Kelly Aaraujo Leite; MARIANO, Fábio Sampaio; RIBEIRO, Viviane Gomes Pereira; MAZZETTO, Selma E. Sala de aula invertida e ensino sob medida aplicados remotamente para o ensino de química: ganho de Hake. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, PE, v. 9, n. 4, p. 107-124, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/383687461_Sala_de_Aula_Invertida_e_Ensino_sob_Medida_Aplicados_Remotamente_para_o_Ensino_de_Quimica_Ganho_de_Hake. Acesso em: 14 nov. 2025.

SERBIM, Flávia Braga do Nascimento; DOS SANTOS, Adriana Cavalcanti. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S.I.], v. 20, n. 1, p. 49-72, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7768691>. Acesso em: 30 abr. 2026.

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig B.; SNYDER, Scott A. **Organic Chemistry**. 12. ed. Hoboken: NJ: John Wiley & Sons, Inc., p. 1216, 2016.

STAKER, Heather; HORN, Michael B. **Classifying K–12 Blended Learning**, Massachusetts, MA, p. 22, 2012. Disponível em: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED535180.pdf>. Acesso em: 29 set. 2025.

WALKER, Edward B.; DAVIES, Don R.; CAMPBELL, Mike. Quantitative Measurement of Trans-Fats by Infrared Spectroscopy. **Journal of Chemical Education**, Washington, DC, v. 84, n. 7, p. 1162-1164, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/231267526_Quantitative_Measurement_of_Trans-Fats_by_Infrared_Spectroscopy. Acesso em: 14 nov. 2025.

Recebido em: 28 de novembro de 2025

Aprovado em: 03 de maio de 2026