

O ENSINO DE ESTEREOISOMERIA NO NÍVEL MÉDIO UTILIZANDO O MÉTODO JIGSAW

TEACHING STEREOISOMERY AT SECONDARY LEVEL USING THE JIGSAW METHOD

ENSEÑANZA DE LA ESTEREOISOMÍA EM EL NIVEL SECUNDARIO MEDIANTE EL MÉTODO JIGSAW

Marcelo Max Borges Calixto*  

Marcia Teixeira Barroso**  

Nedja Suely Fernandes***  

RESUMO

Para o estudo de estereoisômeros no nível médio, acredita-se que seja necessária a implementação de estratégias que facilitem o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais e sociais cooperativas. Para tanto, uma Sequência Didática utilizando o método *Jigsaw*, foi desenvolvida para uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola pública da periferia de Fortaleza-CE. A aprendizagem cooperativa em seu método *Jigsaw* é uma metodologia ativa baseada na participação coletiva dos estudantes. Ela é aplicada geralmente para pequenos grupos, de forma a possibilitar o desenvolvimento cognitivo, através da troca de informações e de habilidades. Para coleta de dados qualitativos da pesquisa, foram aplicados: protocolo de observação, questionários e gravações de vídeos. A estratégia didática foi desenvolvida nas etapas de: atividade virtual sobre aprendizagem cooperativa e método *Jigsaw*; aplicação do método *Jigsaw* e construção de modelos moleculares; aplicação de questionário avaliativo. Também foram analisadas respostas provenientes de: uma avaliação pedagógica coletiva, questionários de processamento de grupo e de opiniões (escala *Likert*). Com a aplicação do método *Jigsaw*, percebeu-se que os alunos trabalharam de forma coletiva, solidária, colaborativa e ativa, interagindo e compartilhando suas ideias, desenvolvendo habilidades sociais e visuoespaciais a partir da construção de modelos moleculares, contribuindo significativamente para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos básicos de estereoisomeria.

Palavras-chave: Aprendizagem Cooperativa. Estereoisômeros. Habilidades Visuoespaciais. Método *Jigsaw*.

* Mestre (UFRN). Professor da Rede Básica de Ensino José Leopoldino da Silva Filho (EEFM), Fortaleza, CE, Brasil. Endereço para correspondência: Rua 1139A, bairro, Conjunto Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, CEP: 60533-440. E-mail: professormarcelomax@gmail.com

** Doutora em Química Orgânica (UNICAMP). Professora Titular do Instituto de Química (UFRN), Natal, RN, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Av. Senador Salgado Filho s/n, Campus Universitário, Instituto de Química, Lagoa Nova, Natal, RN, Brasil, CEP: 59078-900. E-mail: marcia.barroso@ufrn.br.

*** Doutora em Química Analítica (UNESP- Araraquara). Professora Titular do Instituto de Química (UFRN), Natal, RN, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Senador Salgado Filho s/n, Campus Universitário, Instituto de Química, Lagoa Nova, Natal, RN, Brasil, CEP: 59078-900. E-mail: nedja.fernandes@ufrn.br.

ABSTRACT

For the study of stereoisomers at the secondary level, it is believed that it is necessary to implement strategies that facilitate the development of cooperative visuospatial and social skill. To this end, a didactic sequence using the *Jigsaw* method was developed for a 3rd year high school class at a public school on the outskirts of Fortaleza-CE. Cooperative learning in its *Jigsaw* method is an active methodology based on the collective participation of students. It is generally applied to small groups, in order to enable cognitive development, through the exchange of information and skills. To collect qualitative research data, the following were applied: observation protocol, video recording and questionnaires. The teaching strategy was developed in the following stages: virtual activity on cooperative learning and the *Jigsaw* method; application of the *Jigsaw* method and construction of molecular models; application of an evaluation questionnaire. Responses from: a collective pedagogical assessment, group processing and opinion questionnaires (Likert scale) were also analyzed. With the application of the *Jigsaw* method, it was noticed that students worked in a collective, supportive, collaborative and active way, interacting and sharing their ideas, developing social and visuospatial skills through the construction of molecular models, contributing significantly to the teaching process and learning basic concepts of stereoisomerism.

Keywords: Cooperative Learning. Stereoisomers. Visuospatial Skills. *Jigsaw* Method.

RESUMEN

Para el estudio de los estereoisómeros en el nivel secundario, se cree que es necesario implementar estrategias que faciliten el desarrollo de habilidades visuoespaciales y Sociales cooperativas. Para ello, se desarrolló una Secuencia didáctica utilizando el método *Jigsaw* para una clase de 3^o. año de secundaria de una escuela pública de la periferia de Fortaleza-Ce. El aprendizaje cooperativo en su método *Jigsaw* es una metodología activa basada en la participación colectiva de los estudiantes. Generalmente se aplica a grupos pequeños, con el fin de posibilitar el desarrollo cognitivo, a través del intercambio de información y habilidades. Para la recolección de datos cualitativos de la investigación se aplicó: protocolo de observación, grabación de vídeo y cuestionarios. La estrategia didáctica se desarrolló en las siguientes etapas: actividad virtual sobre aprendizaje cooperativo y el método *Jigsaw*; aplicación del método *Jigsaw* y Construcción de modelos moleculares; aplicación de un cuestionario de evaluación. También se analizaron las respuestas de: evaluación pedagógica colectiva, procesamiento grupal y cuestionarios de opinión (escala Likert). Con la aplicación del método *Jigsaw* se observó que los estudiantes trabajaron de manera colectiva, solidaria, colaborativa y activa, interactuando y compartiendo sus ideas, desarrollando habilidades Sociales y visuoespaciales a través de la construcción de modelos moleculares, contribuyendo significativamente al proceso de enseñanza y aprender conceptos básicos de estereoisomería.

Palabras clave: Aprendizaje Cooperativo. Estereoisómeros. Habilidades Visuoespaciales. Método *Jigsaw*.

1 INTRODUÇÃO

Nas metodologias ativas, durante o processo de ensino, o aluno é estimulado a apresentar um comportamento ativo, responsável e autônomo para que se obtenha uma aprendizagem significativa. Essas metodologias favorecem a interação entre os participantes do processo de aprendizagem, alunos e professores, proporcionando um ambiente educacional

colaborativo e cooperativo (Segura; Kalhil, 2015). Além disso, busca-se inserir o aluno no processo educacional, em que ele seja o protagonista de sua aprendizagem, de forma a trabalhar em equipe

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma estratégia didático-pedagógica para o ensino de estereoisomeria - isomeria geométrica e óptica, buscando facilitar a aprendizagem do discente através do estudo em grupo e de forma ativa, promovendo o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais. Desta forma, optou-se por aplicar a Aprendizagem Cooperativa (doravante AC) em seu método *Jigsaw*, de maneira a propor uma maior interação e cooperação entre os estudantes. A escolha do conteúdo de estereoisomeria, deu-se através da dificuldade que os alunos possuem em compreender esta matéria e pelos poucos recursos que são utilizados pelos professores durante aulas no Ensino Médio.

Na AC, os alunos trabalham em sala de aula ajudando uns aos outros, promovendo a troca de saberes e elevando o interesse em aprender, apresentando certa autonomia, sendo responsáveis por desempenhar determinadas funções e desenvolvendo a partir de então, habilidades sociais através da empatia e cooperação (Feitosa; Rodrigues, 2021). A possibilidade de fazer com que cada aluno tenha contato com os demais colegas de sala, mediando conflitos e proporcionando uma maior interação entre os estudantes, torna-se uma alternativa interessante, principalmente no que se refere a criação de novos laços afetivos, melhorando a convivência entre os educandos no ambiente escolar.

Desta forma, o presente estudo buscou desenvolver uma estratégia didático-pedagógica utilizando o método *Jigsaw* com uma turma do 3º ano do Ensino Médio da Escola de Ensino Médio (EEM) José Leopoldino da Silva Filho, localizada em Fortaleza – CE. Os roteiros de estudo produzidos apresentam uma abordagem focada no desenvolvimento de habilidades visuoespaciais de estereoisômeros, de forma a facilitar a aprendizagem do aluno.

AC é caracterizada como uma metodologia ativa centrada no desenvolvimento da capacidade de participação protagonista do aluno em seu processo de aprendizagem. Desta maneira, os discentes são estimulados a trabalhar em grupo, contribuindo para o sucesso individual e coletivo (Oliveira *et al.*, 2016; Benevides; Neto, 2023; Moura; Mansilla, 2023). No método *Jigsaw* de ensino, o conteúdo científico é organizado por partes ou subtemas, de acordo com o tema trabalhado pelo professor, e cada aluno ficará responsável em estudar e compreender um desses subtemas (Santos *et al.*, 2021).

O propósito da pesquisa foi trabalhar os conteúdos: isomeria geométrica e óptica; utilizando a AC em seu método *Jigsaw*, de maneira a facilitar a compreensão do estudo de

compostos estereoisômeros. Isômeros podem ser definidos como compostos que apresentam a mesma quantidade e o mesmo tipo de átomos, porém a conectividade entre esses átomos no espaço é diferente. Neste caso podemos dizer que são substâncias químicas diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular (McMurry, 2006). Por sua vez, os estereoisômeros são diferentes em relação a organização espacial de seus átomos, podendo ser definidos como moléculas que apresentam arranjos espaciais diferentes, embora tenham a mesma constituição. Os estereoisômeros são classificados em diastereoisômeros (isômeros geométricos do tipo *cis* e *trans*) e enantiômero (isômeros ópticos).

Entre as dificuldades apresentadas pelos alunos em assimilar conceitos sobre estereoisômeros temos a transformação de formas estruturais em espaciais, isto é, fazer associações entre estruturas representadas de forma bidimensional e tridimensional, além da dificuldade em reconhecer algumas formas geométricas, algo fundamental para construção de moléculas em 3D. Autores como Silva, Souza e Carvalho Filho (2017) relatam em seus estudos a importância da construção de modelos moleculares com materiais alternativos para o reconhecimento de estruturas estereoisômeras, possibilitando ao aluno um aprendizado mais significativo.

Para nosso estudo, utilizamos as seguintes estratégias: Produção de vídeos sobre AC, elaboração de materiais didáticos, aplicação do método *Jigsaw*, construção em classe de modelos moleculares, avaliações pedagógicas e utilização de questionário para avaliação da metodologia. Para isso foram selecionados artigos em periódicos que faziam referência a AC, e o ensino de isomeria e estereoisomeria.

Nesta perspectiva, acreditamos que a utilização da AC em seu método *Jigsaw*, a construção de estruturas espaciais de moléculas orgânicas, bem como a utilização de artigos e vídeos de forma contextualizada, poderá facilitar a compreensão do estudo de isomeria espacial no nível médio de ensino.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Muito embora a aula expositiva ainda seja bastante presente nas salas de aula, observa-se o crescimento da utilização de metodologias ativas de ensino que colocam o aluno como protagonista, peça chave no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Pessoa e Alves (2016), a motivação para aprender muitas vezes está relacionada com o contexto social e as relações existentes entre a família, os professores e os próprios estudantes. O professor, no uso

de suas atribuições como facilitador, proporciona ao educando a construção de conhecimentos. Esse, por sua vez, realiza mais frequentemente propostas metodológicas modernas aplicadas em sala de aula, que utilizem atividades contextualizadas no ensino de Química, tendo em vista que a aula expositiva, embora seja prática de ser aplicada, pode não estimular o estudante a criar e elaborar seu conhecimento (Meroni; Copello; Paredes, 2015).

No contexto das metodologias ativas destacamos a AC, desenvolvida inicialmente pelos irmãos psicólogos e norte-americanos David Johnson e Roger Johnson (1974). Por ser uma metodologia sistematizada, ela apresenta grande potencialidade para o desenvolvimento de competências socioemocionais entre os educandos. A AC possibilita a troca de informações entre os estudantes em atividades de grupo em que cada um deles é responsável por sua aprendizagem, contribuindo com os demais colegas a partir da parceria e ajuda que passa a ser recíproca (Johnson; Johnson; Smith, 1998).

Na AC, emprega-se bastante a concepção sociointeracionista de Vygotsky, por enfatizar que meio social é fator determinante para o desenvolvimento da aprendizagem de indivíduos. As diferenças no que se refere a eficiência de desenvolvimento potencial do indivíduo podem ser explicadas através do ambiente social em que vivenciam, gerando aprendizagens diversificadas e distintos processos de desenvolvimento (Palangana, 2015, p.135).

Para que a metodologia da AC possa ser bem-sucedida, faz-se necessário a utilização de cinco elementos fundamentais: responsabilidade individual, interdependência positiva, interação promotora (interação face a face), habilidades sociais e processamento de grupo (funcionamento de grupo) (Monereo; Gisbert, 2005, p. 15).

Na Figura 1 é mostrado a ilustração dos cinco elementos primordiais para que a cooperação funcione.

Figura 1 - Elementos fundamentais da aprendizagem cooperativa



Fonte: Própria (2020)

A responsabilidade individual é um elemento fundamental para a eficácia da AC. Neste modelo o aluno deve se sentir responsável por sua aprendizagem e a de todos os colegas do grupo. Assumir responsabilidade em um grupo, ser proativo e reconhecer que a mudança de uma determinada situação também depende dele é de fundamental importância para o contexto educacional e social. Um dos objetivos da AC é estimular cada participante individualmente, isto é, que os educandos aprendam juntos a se saírem melhor como indivíduos. Para estimular a responsabilidade individual é necessário que os educandos desempenhem tarefas e funções individuais, além de serem avaliados individualmente (Ferreira; Cantanhede; Cantanhede, 2018).

Na interdependência positiva, os membros de uma mesma equipe apresentam dependência mútua, ou seja, todos precisam uns dos outros para que juntos possam superar obstáculos. Para que a interdependência positiva funcione é importante que haja uma meta coletiva a ser alcançada, que dependerá do empenho e dedicação de cada aluno. Desta maneira, cada estudante compreenderá o quanto o outro influencia diretamente em seu aprendizado, contribuindo para formação de sujeitos mais cooperativos (Ferreira; Cantanhede; Cantanhede, 2018).

Habilidades sociais são instrumentos utilizados para que os integrantes desenvolvam competências para trabalharem em equipe. Vivenciar conflitos de forma construtiva é necessário para aprender a trabalhar de forma cooperativa, já que reunir-se em grupo aumenta a possibilidade de conflitos, principalmente quando os grupos formados são heterogêneos. Segundo Cohen e Lotan (2017, p. 54), os alunos ao serem colocados em contato com situações que abordam ideias conflitantes acabam compreendendo que geralmente existem várias formas de resolver um determinado problema.

O funcionamento do grupo, também conhecido como processamento de grupo, geralmente ocorre ao final da atividade e possibilita o aprimoramento das habilidades de cooperação a partir da reflexão sobre o desempenho de seus integrantes, avaliando erros e acertos da equipe durante a atividade, visando melhorar a performance individual e coletiva de todos os participantes. Nessa etapa é importante lembrar aos estudantes de reverem os acertos de conduta do contrato de cooperação.

De acordo com Marques *et al.* (2016), a AC se mostra uma metodologia de ensino eficiente, proporcionando o protagonismo solidário, autônomo, cooperativo e colaborador dos estudantes através de atividades didáticas contextualizadas, que questionem o educando, com o propósito de suplantar dificuldades de aprendizagem relacionadas ao ensino de Química.

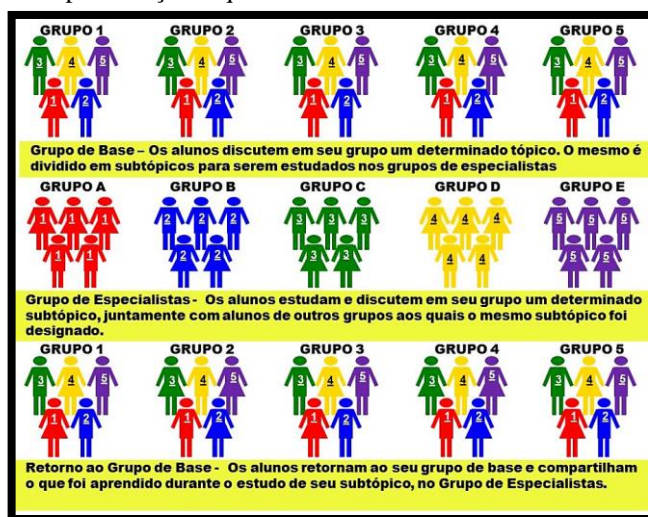
Como disse Broietti e Souza (2017), o ensino cooperativo proporciona aulas mais interativas e dinâmicas, contribuindo para o entendimento de conteúdos abordados em sala de aula. Ainda assim, devemos tomar cuidado com algumas dificuldades encontradas durante a execução da metodologia, descritas em alguns trabalhos. Cunha e Uva (2016) e Silva, Teodoro e Queiroz (2019) relatam dificuldades apresentadas durante a aplicação de suas pesquisas, tais como: a timidez apresentada por alguns participantes, dificuldades na resolução de conflitos gerados em discussões no grupo, resistência de alguns professores com relação a aplicação da metodologia, ausência de planejamento das atividades em decorrência do tempo e resistência dos alunos no processo de transição entre a aula tradicionalista e o uso de metodologias ativas.

O método *Jigsaw* foi desenvolvido por Elliot Aronson e está fundamentado nos cinco elementos principais da AC, que auxiliarão o aluno no desenvolvimento de sua aprendizagem (Marques *et al.*, 2016). Este método é aplicado a pequenos grupos de alunos, de preferência heterogêneos, que trabalharão um determinado subtema em específico. De acordo com Cohen e Lotan (2017, p. 21), a formação de grupos heterogêneos favorece a reciprocidade entre os membros da equipe de acordo com a habilidade que cada um possui, de tal forma que todos contribuam para o bom desempenho da equipe.

No método *Jigsaw* (Figura 2), os alunos são divididos em grupos de três, quatro ou cinco componentes a depender do número de estudantes e da quantidade de tópicos que serão trabalhados. Cada integrante fica responsável em estudar e aprender um determinado subtema. O grupo inicialmente formado será denominado grupo de base (GB). Cada GB assinará o contrato de cooperação, sendo que cada componente do grupo desempenhará uma função específica, fazendo a leitura individual de seu subtema no próprio GB.

Em outro momento os GB serão desfeitos e serão formados novos grupos denominados grupo de especialistas (GE), também conhecido como grupo de peritos. Neste grupo estarão reunidos todos os integrantes de um mesmo subtema para estudar e discutir acerca do material recebido. Ao final, os membros do GE retornarão aos seus grupos de origem, na qual cada educando compartilhará com os demais colegas da equipe o conhecimento assimilado durante as discussões no GE (Teodoro; Cabral; Queiroz, 2015).

Figura 2 - Representação esquemática de atividade baseada no método Jigsaw



Fonte: Oliveira *et al.* (2016)

Uma das características que diferencia o método *Jigsaw* do ensino expositivo-dialogado é o seu caráter social, estabelecendo relações interpessoais. Os estudantes se habilitam melhor para a prática da cidadania quando trabalham em conjunto para alcançar objetivos comuns, com esforços que necessitam de coordenação, liderança, mediação de conflitos e cooperação (Johnson; Johnson; Smith, 1998). Para que o método *Jigsaw* se torne eficiente, é imprescindível que o professor planeje suas atividades, explicando de forma clara para seus alunos como a técnica será desenvolvida, determinando os objetivos da atividade, distribuindo os estudantes em seus grupos, além de conduzir a atividade avaliando a aprendizagem individual e coletiva dos indivíduos.

Cada estudante que compõe a equipe, em seu GB, deve desempenhar uma função específica (redator, mediador, porta-voz, relator A e relator B) de acordo com suas habilidades, tendo em vista que a colaboração de todos os integrantes é fundamental para o sucesso do método (Ferreira; Cantanhede; Cantanhede, 2018).

O redator tem a função de anotar todas as informações discutidas pelo grupo, mantendo-se atento aos principais tópicos descritos pelos colegas; o relator apresenta oralmente para o professor e demais colegas as conclusões de seu grupo; o mediador, também chamado de coordenador, orienta as atividades no grupo, ressalta a importância da participação de todos os integrantes durante a atividade, fica responsável por acompanhar o recebimento e entrega de materiais assim como mediar conflitos existentes entre os integrantes do grupo; já o porta-voz mantém contato com o professor sempre que necessário, caso o grupo apresente alguma dúvida (Guimarães; Castro, 2019). O tempo determinado para cada atividade durante a realização das

tarefas deve ser específico a depender de cada etapa do processo, sendo o ideal para execução das atividades.

A vantagem de se trabalhar o método *Jigsaw* no tocante a outros métodos se caracteriza pela presença das relações interpessoais, facilitadas através da formação dos grupos cooperativos e da discussão do material de estudo, além da atribuição de funções bem particulares a cada participante, fortalecendo a responsabilidade individual do estudante.

Nesse trabalho, o conteúdo de isomeria foi escolhido devido à sua importância, aplicabilidade em nosso cotidiano e dificuldades de aprendizagem pelos alunos. O obstáculo encontrado pela maioria dos alunos ao estudarem compostos estereoisômeros está na visualização espacial de suas estruturas (Simões Neto; Campos; Marcelino Júnior, 2013).

Geralmente, os estudantes não conseguem relacionar a matéria explicada em sala de aula com os compostos orgânicos presentes em seu cotidiano, favorecendo a desmotivação e o desinteresse dos alunos. Vários trabalhos publicados na área educacional destacam a apatia dos alunos nas aulas de Química por desconhecerem o propósito em estudá-la (Diniz Júnior e Silva, 2016; Chacon e Souza, 2017; Costa, Dantas Filho e Moita, 2017; Vieira *et al.*, 2019). De acordo com Silva *et al* (2017), o uso de atividades contextualizadas em sala de aula estimula a participação e facilita a aprendizagem dos educandos. Neste contexto, no estudo de Química Orgânica, principalmente no que se refere à compreensão de estereoisômeros, boa parte dos alunos apresenta grande dificuldade em visualizar moléculas em sua forma espacial, tornando o ensino, muitas vezes, abstrato e incompreensível. Martins, Freitas e Vasconcelos (2018) descrevem bem essa ideia, quando afirmam que os aprendizes não estão habituados a analisar moléculas em sua forma tridimensional, observando a organização dos átomos e suas ligações. Conceitos básicos, como o conhecimento de estrutura química, concepções sobre fórmulas estruturais e interações moleculares são desconhecidos pelos estudantes.

Segundo Gibin (2015), a utilização de modelos é fundamental na construção de conceitos químicos, principalmente para interpretar fenômenos ou acontecimentos que ocorrem em nível submicroscópico, imperceptíveis a olho nu, considerados pelos estudantes como difíceis de compreender por apresentarem certos níveis de abstração. Desta forma, para elaboração de modelos mentais a partir da utilização de símbolos, faz-se necessária a utilização de algo palpável como, por exemplo, a construção de modelos moleculares.

As habilidades visuoespaciais são descritas por Pauletti e Catelli (2018) como sendo competências que o aluno desenvolve ao conseguir transitar entre os níveis bidimensional e

tridimensional, auxiliando na elaboração de modelos mentais de estruturas de moléculas que podem ser de natureza orgânica ou inorgânica. Desta forma, as demonstrações visuais podem ser importantes na construção do conhecimento, formulação de hipóteses, elaboração de argumentos e conclusões.

Para Fabri e Giacomini (2018), a construção de modelos moleculares a partir de materiais de fácil aquisição e baixo custo, por se tratar de uma atividade lúdica, contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades dos discentes, uma vez que a formulação de conceitos pelos alunos se dá através das habilidades visuoespaciais desenvolvidas durante o processo de aprendizagem. Levando-se em consideração que a construção de modelos moleculares pode ser um instrumento interessante para motivação e interação dos educandos, podendo facilitar a aprendizagem deles, durante a aplicação deste trabalho foram desenvolvidas atividades de produção de estereoisômeros a partir de materiais de fácil aquisição.

Convém ao professor elaborar estratégias que possibilitem a compreensão dos conceitos químicos favorecendo o processo de ensino e aprendizagem do educando. Neste sentido ressalta-se a importância do desenvolvimento de uma sequência didático-pedagógica que estimule a aprendizagem do conteúdo de estereoquímica no Ensino Médio, levando o aluno a participar de forma ativa do processo de ensino-aprendizagem.

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica da pesquisa foi qualitativa, centrada no trabalho de campo, análise e descrição complexa de fenômenos, consistindo em coleta de informações e análise de questionários compostos por questões objetivas e discursivas, além da utilização de protocolos de observação.

A pesquisa foi aplicada durante 5 semanas com alunos de uma turma da 3ª série do ensino médio, turno matutino, na EEFM José Leopoldino da Silva Filho, localizada em Fortaleza-CE. A turma foi composta por 34 alunos matriculados, entre 17 e 19 anos, dos quais 32 alunos frequentaram regularmente as aulas.

No período, constatou-se a participação entre 25 e 28 alunos. A carga horária semanal para disciplina de Química corresponde a 2 horas/aula, de 50 minutos cada. A escola possui uma infraestrutura básica, apresentando: 10 salas de aula, 01 auditório com capacidade para no máximo 50 pessoas, 01 laboratório de informática com 20 computadores, 01 laboratório

improvisado de Ciências que comporta no máximo 15 alunos, 01 biblioteca (centro de multimeios) e 01 quadra poliesportiva em construção.

Na etapa inicial foi realizado um levantamento de artigos relacionados ao tema da pesquisa envolvendo estereoisomeria. Em seguida, foram elaborados os materiais didáticos (isômero *cis-trans* e óptico; gravação do vídeo sobre AC e método *Jigsaw*, todos elaborados pelo professor/pesquisador). Os instrumentos de coleta de dados (protocolos de observação, sondagem inicial, avaliação pedagógica coletiva, processamento de grupo e questionário para avaliação da metodologia, foram aplicados durante a pesquisa. Os protocolos de observação foram instrumentos criados tomando como base o modelo elaborado por (Cohen; Lotan, 2017, p. 156). Com eles o pesquisador pode avaliar o trabalho em grupo desempenhado pelos alunos em sala de aula, com o objetivo de analisar o desenvolvimento de algumas habilidades, através das interações entre os educandos. Os questionários foram desenvolvidos para coletar informações dos sujeitos pesquisados, relacionadas principalmente ao tema trabalhado em sala de aula (estereoisomeria), ao desenvolvimento de habilidades visuoespaciais de moléculas e a opinião dos participantes com relação ao método *Jigsaw*.

A estratégia didática foi planejada de maneira a ser aplicada durante 5 semanas seguidas, cada encontro durando cerca de 80 minutos. O primeiro momento se deu a partir do cadastro dos alunos no AVA Google Sala de Aula. Os discentes foram levados ao laboratório de informática da escola e receberam as devidas instruções e orientações com relação ao acesso ao AVA e utilização desta ferramenta educacional ao longo das aulas. Neste ambiente virtual foram disponibilizados vídeos, gravados pelo professor aplicador da atividade, que deveriam ser assistidos pelos alunos, sobre fundamentos da Aprendizagem Cooperativa e aplicação do Método *Jigsaw* que seriam aplicados durante as aulas presenciais, questionários sobre os vídeos, materiais sobre estereoisômeros e questionário de avaliação do método *Jigsaw*.

Com duração aproximada de 100 minutos, ocorreu a aplicação da AC em seu método *Jigsaw*. Após as equipes assinarem o contrato de cooperação, foi entregue a cada aluno, ao acaso, um cartão de cor específica (vermelho, amarelo ou verde) de maneira a serem formados grupos heterogêneos. Cada cartão apresentava uma letra e um número. A letra (A, B ou C) correspondia, de forma respectiva, ao subtópico no qual o aluno deveria estudar (isômero do tipo *cis*, *trans* ou óptico). O professor/pesquisador observou atentamente às discussões e questionamentos em cada grupo, anotando em seu protocolo de observação dos grupos de especialistas as considerações relevantes, principalmente no que se refere às interações entre os participantes de cada equipe e desenvolvimento de habilidades sociais. Cada grupo, além de

estudar o subtópico, realizou uma atividade complementar. Nesta atividade cada equipe recebeu um *kit molecular* contendo esferas de isopor de tamanhos e cores diferentes, palito de dente e cola. De posse de algumas informações referentes à molécula, contidas no material didático, os alunos de cada grupo construíram estruturas tridimensionais de moléculas orgânicas (modelos moleculares) que apresentavam isômeros do tipo *cis*, *trans* ou óptico, de acordo com o subtópico estudado no grupo de especialista. Esta atividade teve como objetivo o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais de moléculas.

Na fase seguinte, com duração de aproximadamente 30 minutos, os alunos retornaram para seus grupos de origem (base) e cada um explicou para os demais colegas o que aprendeu no grupo de especialistas sobre determinado assunto, de forma a construírem conceitos sobre estereoisômeros. Cada equipe pôde ter acesso aos modelos moleculares criados na etapa anterior, possibilitando ao grupo uma melhor compreensão dos conceitos sobre isômeros do tipo *cis*, *trans* e óptico.

As explicações de cada aluno eram anotadas pelo redator, seguidas de perto pelo coordenador que buscava organizar as falas dos colegas. O professor mediador, de posse de protocolos de observação individual e coletiva, realizou as anotações necessárias para posterior discussão. Nestes protocolos algumas atitudes dos alunos eram registradas após várias observações, entre elas: estudo do material didático; discussão sobre o conteúdo estudado; atenção à fala do colega; cumprimento das funções de coordenador, redator ou relator; uso do celular durante as atividades e proatividade. As observações foram importantes para analisarmos através da convivência social o desenvolvimento de habilidades sociais, tais como: empatia, construção de novas amizades e laços afetivos, respeito ao próximo, críticas construtivas de ideias entre outras.

Uma avaliação pedagógica coletiva na forma de *Quiz* foi aplicada. Ela consistiu de cinco perguntas, cada uma com três alternativas, referentes aos assuntos estudados nos grupos cooperativos (isômeros do tipo *cis*, *trans* e óptico). Foi proposta uma meta coletiva, na qual cada equipe deveria apresentar um percentual de acertos de pelo menos 60%, ou seja, três questões. Para realização desta atividade foi utilizado o aplicativo *Plickers*, uma ferramenta tecnológica para web e dispositivos móveis, disponível gratuitamente para sistemas Android e iOS, que permite ao professor elaborar questões de múltipla escolha, de no máximo 4 itens, e trabalhar com testes rápidos, além de apresentar um gráfico com informações estatísticas importantes sobre quantidade de acertos e erros em cada questão. Após o registro, as respostas são armazenadas no aplicativo e podem ser acessadas a qualquer momento pelo professor. Cada

equipe tinha até 30 segundos para registrar sua resposta. Ao final de cada questão o professor apresentava a alternativa correta e discutia com as equipes cada item, analisando um por um, corrigindo juntamente com os estudantes o item assinalado de forma incorreta pelos grupos. Esta atividade teve duração de 30 minutos.

Após o término de um teste avaliativo individual, foi pedido aos alunos que formassem os grupos de base, os mesmos formados nas aulas anteriores, para aplicação do questionário sobre processamento de grupo. Neste questionário de natureza subjetiva, cada equipe, durante 20 minutos, discutiu e respondeu a três perguntas, relacionadas a aspectos que contribuíram de forma positiva e negativa para o desempenho do grupo durante as atividades, além da verificação do cumprimento das regras do contrato de cooperação. De acordo com Fatareli *et al.* (2010), o processamento de grupo é importante, pois busca verificar quais ações foram úteis ou não para o desenvolvimento dos alunos enquanto equipe, de forma a definir o que deve ser evitado durante as próximas atividades para que os objetivos do grupo sejam conquistados. Após responderem ao questionário, cada relator descreveu para os demais colegas da turma uma síntese dos aspectos positivos e negativos relacionados ao desempenho do grupo.

Por fim, os alunos foram levados ao laboratório de informática da escola para responderem a um questionário, em escala *Likert*, de forma a avaliarem o método aplicado durante as aulas. Para isso, os alunos acessaram o AVA Google Sala de Aula e responderam as questões de forma online. Esta atividade teve duração de aproximadamente 30 minutos.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

De acordo com os primeiros levantamentos das respostas ao Questionário diagnóstico (vídeos sobre aprendizagem cooperativa e método *Jigsaw*), a grande maioria dos participantes (84%) conseguiu assistir aos dois vídeos, seja no ambiente escolar ou não. Os que não assistiram relataram dificuldades com relação ao acesso à internet e/ou carência de dispositivos (smartphone, tablet, computador).

Vale ressaltar que, durante a aplicação da pesquisa, os estudantes foram avaliados quanto a cooperação, socialização, participação, interação entre os participantes, desempenho de funções (coordenador, relator e redator), responsabilidade, além da avaliação da aprendizagem. Para esta etapa da pesquisa utilizamos como ferramenta um questionário formado por 3 (três) questões subjetivas. Procurou-se identificar de cada equipe, quais aspectos contribuíram de forma positiva e negativa para o desempenho do grupo e que itens do contrato

de cooperação não foram cumpridos pelos estudantes. Nas respostas dos grupos, identificou-se vários fatores, entre eles: comunicação, compartilhamento do conhecimento adquirido, união entre os participantes, cooperação durante as atividades, atenção e respeito entre os colegas além de unidade durante a realização das atividades. Destacamos a seguir, os relatos de algumas equipes com relação aos aspectos positivos:

Equipe 2: *“O fator mais importante foi o fato de nos ajudar e nos comunicar para um melhor desempenho do grupo.”*

Equipe 3: *“A cooperação de cada membro da equipe de compartilhamento de conhecimento o assunto apresentado.”*

Equipe 7: *“Além do trabalho em equipe, houve uma boa atenção e respeito dos colegas.”*

Equipe 8: *“Os alunos do grupo cooperaram para aprendizagem da equipe. Aprendemos e ensinamos uns aos outros. Conseguimos trabalhar em equipe sem nenhum problema.”*

Os relatos das equipes vão ao encontro do que foi observado nas anotações expressas nos protocolos de observação e nas filmagens das aulas, principalmente no que se refere aos esforços empregados, pela grande maioria dos integrantes das equipes, para que a cooperação acontecesse. Sabe-se que quanto mais os elementos da AC forem colocados em prática, maior será a cooperação existente no grupo. De acordo com Prette e Prette (2013, p. 19-20), o desenvolvimento de habilidades sociais fortalece a relação entre a comunidade escolar, em especial alunos e professores, estimulando a cooperação entre os estudantes visando melhores resultados no processo de ensino e aprendizagem.

Durante a aplicação do método *Jigsaw*, foram trabalhados nos GB e GE os conceitos de isomeria e estereoisômeros (*cis-trans* e óptica), a partir de roteiros previamente elaborados pelo professor. Os roteiros de estudo apresentam uma breve explanação sobre os primeiros estudos relacionados à isomeria, definição, relação entre isomeria e o cotidiano, além de uma atividade complementar, realizada pelos GE, que teve como objetivo a construção de moléculas isoméricas a partir de materiais de fácil aquisição. Em seguida, as respostas foram categorizadas, com base nos trabalhos de Simões Neto, Campos e Marcelino Júnior (2013); Prates Júnior e Simões Neto (2015) e Silva *et al.* (2019), em três formas de classificação, de acordo com a proximidade em relação ao conceito cientificamente aceito: resposta satisfatória (RS), resposta pouco satisfatória (RPS) ou resposta insatisfatória (RI).

No Quadro 1 mostramos a relação entre as questões do questionário avaliativo e seus respectivos critérios de análise.

Os resultados indicam que os alunos compreenderam uma parcela do conteúdo explorado nos grupos cooperativos e que, dentre as respostas analisadas e classificadas como satisfatórias, as equipes souberam diferenciar isomeria de estereoisomeria, principalmente no que se refere a parte estrutural da molécula. As equipes definiram de forma correta os termos *cis-trans* e óptica, ao descreverem que nos isômeros do tipo *cis* os átomos iguais estão localizados em um mesmo plano. Em contrapartida, nos isômeros do tipo *trans* os átomos iguais estão posicionados em planos diferentes.

Quadro 1 - Critérios de análise para as respostas dos grupos de base

QUESTÕES	CRITÉRIOS DE ANÁLISES
Questão 01 Escreva de forma resumida como o grupo define isomeria e estereoisomeria (isomeria espacial). Citar a diferença entre a estereoisomeria geométrica (<i>cis-trans</i>) e óptica.	RS: Com relação a isomeria deverá abordar aspectos relacionados a maneira como os átomos estão ligados se comparados com outros de mesma fórmula molecular. Com relação a estereoisomeria devem ser abordados aspectos referentes a disposição espacial diferenciada dos átomos em moléculas de mesma forma estrutural. No que diz respeito aos estereoisômeros, verificar a distinção correta entre isômero <i>cis-trans</i> e óptico.
	RPS: Quando aborda somente alguns dos aspectos relacionados a definição de isomeria e estereoisomeria bem como a diferença entre isômero <i>cis-trans</i> e óptico.
	RI: Quando não atende a nenhum dos aspectos relacionados a RS ou RPS para questão 01.
Questão 02 Cite exemplos do cotidiano, tomando como base o material de apoio, em que a isomeria geométrica e óptica estão presentes.	RS: Deverão ser abordados aspectos relacionados aos feromônios (moscas e abelhas), gorduras (vegetais e <i>trans</i>), medicamentos (cisplatina, talidomida), <i>trans</i> -retinal, erva-doce, limoneno, aspartame (adoçante) e/ou ácido ascórbico (vitamina C). Deve ser representado pelo menos um exemplo para cada tipo de isômero.
	RPS: Quando apresenta de forma incorreta um exemplo do cotidiano para isômero <i>cis-trans</i> ou óptico.
	RI: Quando não atende a nenhum dos aspectos relacionados a RS ou RPS para questão 02.
Questão 03 A estrutura molecular orgânica montada por vocês, nos grupos de especialistas, ajudou na compreensão de isômeros <i>cis-trans</i> , ópticos e suas propriedades? Explique.	RS: Resposta “Sim” e justificativa coerente e convincente, enfatizando o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais e a compreensão de algumas propriedades químicas.
	RPS: Resposta “Sim” e justificativa pouco coerente e convincente.
	RI: Quando não atende a nenhum dos aspectos relacionados a RS ou RPS para questão 03.

Fonte: Própria (2020)

Os resultados obtidos sobre os conhecimentos construídos durante as atividades realizadas pelos grupos cooperativos, estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise dos conhecimentos adquiridos sobre estereoisomeria

QUESTÃO	Resposta em percentagem (%)		
	RS	RPS	RI
01	42,9	57,1	0
02	42,9	42,9	14,2
03	85,8	14,2	0

Fonte: Própria (2020)

A confecção de modelos moleculares pelos grupos de especialistas foi importante para que os alunos pudessem desenvolver habilidades visuoespaciais. De acordo com Raupp e Pino (2015), boa parte dos educandos não apresenta uma base sólida sobre estruturas químicas em sua forma tridimensional, o que pode afetar diretamente o desenvolvimento de conhecimentos relacionados a estereoquímica, levando o aluno a apresentar erros conceituais. Para Silva *et al.* (2019), o ensino de Química apresenta várias dificuldades relatadas pelos alunos, principalmente no que se refere a compreensão de fenômenos que, muitas vezes, precisam ser representados espacialmente, como no caso de moléculas estereoisoméricas. A construção de modelos moleculares do tipo bola-vareta realizada pelos grupos, utilizando para isso esferas de isopor de tamanhos diferentes e palitos de dente para representar as ligações químicas, foi fundamental para que o aluno compreendesse a relação existente entre algumas propriedades químicas das moléculas e a estrutura que elas apresentam, bem como o tipo de ligação entre os átomos e a geometria da molécula.

De forma geral, as equipes também conseguiram relacionar bem os subtemas trabalhados com situações cotidianas, abordando aquelas em que a isomeria se faz presente na alimentação, nos medicamentos ou seres vivos. As respostas classificadas como satisfatórias (RS), relatadas no questionário avaliativo, convergiram para associações corretas relacionadas aos compostos estereoisômeros e o cotidiano, descritas nos roteiros de estudo. No que se refere aos isômeros geométricos do tipo *cis*, tem-se a presença em feromônios, gordura vegetal (ômega-3) e cisplatina (medicamento). Na isomeria geométrica do tipo *trans* também se têm a presença em feromônios relacionados as abelhas, a importância da formação da substância *trans*-retinal no que se refere a visão e a presença da gordura *trans* em óleos e frituras. Com relação a isomeria óptica citam-se os casos relacionados a utilização do medicamento talidomida, do aroma de laranja ou de limão exalado pelo limoneno e em adoçantes que podem apresentar gosto doce ou amargo, como no caso do aspartame. A relação com o cotidiano é importante para que os alunos desenvolvam habilidades cognitivas relacionadas a compreensão da evolução dos conhecimentos sobre estereoquímica, além de despertar a curiosidade e motivá-los a se aprofundarem na temática (Raupp; Pino, 2015).

Quanto às respostas relacionadas a compreensão dos conceitos de isômeros *cis-trans* e óptico, a partir da montagem de estruturas moleculares presentes, a grande maioria das equipes (85,8%) acredita que as estruturas montadas nos GE ajudaram bastante na compreensão de estereoisômeros, principalmente com relação a visualização da molécula no espaço, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem.

Teruya *et al.* (2013) ressaltam em seus estudos a importância de se trabalhar a visualização durante as aulas de Química, com os alunos construindo seus próprios modelos mentais de forma a facilitar a aprendizagem. A presença do professor como facilitador da aprendizagem é importante nesse contexto, principalmente no que se refere a construção dos modelos mentais por parte dos alunos, estimulando o estudante a correlacionar corretamente as transições entre as estruturas moleculares em suas formas bidimensional e tridimensional, uma vez que a construção desses modelos mentais requer certo grau de abstração.

O questionário avaliativo foi importante para que pudéssemos verificar o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e visuoespaciais dos alunos ao longo das atividades através da aplicação do método *Jigsaw*. Segundo Guimarães e Castro (2019), o método *Jigsaw*, visto como metodologia ativa de ensino, permite aos estudantes uma maior interação seja nos GB ou GE, possibilitando a elaboração de conhecimentos a partir da comunicação entre os participantes, do trabalho grupal e da socialização dos conhecimentos adquiridos, possibilitando o desenvolvimento da aprendizagem.

Uma avaliação pedagógica coletiva também foi aplicada aos grupos de base, na forma de *Quiz*. Ela foi composta por cinco questões objetivas, utilizando-se como ferramenta tecnológica o aplicativo *Plickers*. Teve-se como finalidade observar a aplicação, dentro dos grupos cooperativos, de elementos fundamentais da AC, além de verificar a aprendizagem memorística de cada equipe, relacionada ao estudo de estereoisômeros. Como meta coletiva foi estipulado para cada equipe um acerto mínimo de 60% das questões. Para Marques *et al.* (2016), a meta coletiva é considerada um critério de sucesso a ser buscado pelos grupos cooperativos de forma que todos os integrantes se esforcem para o complemento da tarefa. O percentual de acertos de cada equipe (média de 80%) foi satisfatório, visto que as questões tomaram como base o material didático estudado por cada integrante nos grupos cooperativos. Dentre as questões trabalhadas, destacamos: o uso de conceitos relacionados aos feromônios e o tipo de isômero existente; a talidomida e seus efeitos colaterais a partir de um determinado tipo de enantiômero; os lipídeos e sua relação dentro do estudo de estereoisômeros; cisplatina e sua importância terapêutica no combate ao câncer; substituição do açúcar pelo aspartame e a

relevância do estudo de compostos estereoisômeros a partir de moléculas estruturadas em 3D. Os resultados alcançados nos levam a crer que as equipes buscaram trabalhar de forma cooperativa, tomando como referência a meta coletiva, colocando em prática os elementos fundamentais da AC e os conceitos estudados e discutidos nos grupos cooperativos. Vale ressaltar que, embora a meta coletiva tenha sido cumprida, o professor deve sempre enfatizar a seus alunos que os elementos da AC devem ser aperfeiçoados sempre, para que o sucesso do grupo possa ser alcançado e diversas competências e habilidades sejam desenvolvidas durante a realização das atividades.

Com o objetivo de captar impressões dos alunos sobre a estratégia didática com o método de aprendizagem cooperativa, que foi empregado durante as atividades, 24 estudantes responderam de forma individual um questionário, em escala *Likert*, contendo 10 afirmativas objetivas acerca da importância ou não de se utilizar a aprendizagem cooperativa em seu método *Jigsaw* durante as aulas. As afirmativas desse questionário são descritas no Quadro 2, apresentado a seguir:

Quadro 2 - Afirmativas empregadas para avaliação da estratégia didática aplicada

Número da afirmativa	Afirmativas
01	A utilização do método <i>Jigsaw</i> tornou nossas aulas mais atraentes.
02	Eu acredito que aprendi bastante sobre isômero do tipo <i>cis</i> , <i>trans</i> e óptico em aprendizagem cooperativa utilizando o método <i>Jigsaw</i> .
03	Eu acho que o método de aula <i>Jigsaw</i> é desorganizado e ineficiente.
04	Eu gosto mais quando o professor explica a matéria (aula expositiva-dialogada) do que quando temos que trabalhar em pequenos grupos.
05	Eu estudo de forma mais participativa quando o professor utiliza o método <i>Jigsaw</i> do que quando ele trabalha com aula expositiva-dialogada.
06	Creio que a atribuição de papéis (redator, relator e coordenador) aos integrantes dos grupos de base facilitou a execução das atividades propostas pelo professor.
07	Acredito que saber ouvir, falar, trabalhar em grupo, criticar ideias e não pessoas, foram importantes para superarmos conflitos existentes em nosso grupo.
08	Não gostei de trabalhar utilizando o método <i>Jigsaw</i> , porque o meu trabalho ficou muito dependente do esforço e desempenho dos meus colegas.
09	Eu gostei de participar desta atividade usando o método <i>Jigsaw</i> , porque pude trabalhar juntamente com outros colegas de forma coletiva.
10	Quero participar novamente de aulas no formato <i>Jigsaw</i> abordando outros assuntos de química.

Fonte: Própria (2020)

Para melhor interpretação dos dados coletados em relação a avaliação dos estudantes sobre a estratégia didática aplicada, reuniu-se as respostas em três grupos: concordam e concordam totalmente (grupo dos que concordam); nem concordam, nem discordam (indecisos); discordam e discordam totalmente (grupo dos que não concordam). Na sequência, categorizamos as respostas em relação a atuação dos alunos frente ao processo de aprendizagem

usando o método *Jigsaw*, a responsabilidade dos estudantes de acordo com suas funções e a relação entre aula expositiva-dialogada e utilização do método *Jigsaw*. Realizamos essa análise no intuito de identificarmos aspectos positivos e negativos da estratégia utilizada para as atividades.

Para as afirmativas 1, 2, 9 e 10, que dizem respeito a atuação dos alunos no processo de aprendizagem utilizando o método *Jigsaw*, 19 alunos (79,2%) relataram que as aulas se mostraram mais atraentes quando aplicadas de forma a utilizar o método *Jigsaw* de AC. Já 16 alunos (66,7%) acreditam que a utilização do método *Jigsaw* favoreceu bastante na compreensão de assuntos relacionados a isômero do tipo *cis*, *trans* e óptico. A mesma quantidade de alunos assegurou ter gostado de trabalhar no formato *Jigsaw*, por interagir de forma coletiva com os membros do grupo, além de reiterarem o desejo em participar de outras atividades de Química utilizando este método.

As respostas referentes as questões 1, 2, 9 e 10 corroboram o que foi registrado durante as aulas pelo pesquisador, na qual a grande maioria dos alunos passou a participar mais frequentemente das aulas, de maneira ativa, dando atenção aos colegas e se envolvendo melhor durante as atividades, buscando desempenhar a contento as funções atribuídas a cada um no início da atividade.

Na pesquisa de Silva, Cantanhede e Cantanhede (2020), os autores relatam que a maioria das respostas dos entrevistados convergem para utilização do método *Jigsaw* como estratégia didática importante para o desenvolvimento da aprendizagem no que se refere a conteúdos de Química, assim como o fortalecimento de competências e habilidades. A aplicação das atividades em grupos cooperativos favorece a interação entre os indivíduos, possibilitando uma aprendizagem mais expressiva e significativa.

Para as questões 6 e 7, que abordam justamente a importância de se aplicar os elementos fundamentais da AC, a grande maioria, ou seja, 18 alunos (75%), considera que o desenvolvimento de habilidades sociais fortalece as interações entre os integrantes da equipe, assim como a atribuição de função específica a cada indivíduo facilitou a realização das atividades, permitindo o bom funcionamento do grupo.

Para Broietti e Souza (2017), a atribuição de papéis específicos entre os membros do grupo permite a organização do trabalho e a implementação de atividades didáticas, além de propiciar o desenvolvimento de algumas habilidades, entre elas as sociais. O professor é responsável por possibilitar aos educandos a construção de um espaço cooperativo, em que todos devem ser conscientes de seus deveres para o desenvolvimento de diversas habilidades.

Por último, para as afirmativas 3, 4, 5 e 8, referentes a relação entre a aula expositiva-dialogada e o método *Jigsaw*, 19 alunos (79,2%) acreditam que o método *Jigsaw* se mostrou eficiente e organizado, levando o aluno a participar das atividades de forma ativa. Mesmo que a maioria dos estudantes tenha assinalado que o método é eficiente; 11 alunos (45,8%) preferem aulas expositivas-dialogadas a trabalhar em grupos cooperativos. Acredita-se que a preferência de alguns pela aula expositiva-dialogada, se dá pelo fato de não terem participado anteriormente, em seus percursos escolares, de atividades que estimulem a cooperação e a participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. O fato é que, 9 alunos (37,5%) se mostraram indecisos quanto a preferência em relação ao modelo de aula a ser trabalhado pelo professor em sala de aula; 15 alunos (62,5%) indicaram que o método *Jigsaw* em relação a aula expositiva-dialogada favorece a participação ativa dos estudantes; com relação a dependência do trabalho dos demais colegas da equipe, 14 alunos (58,3%) discordam com relação a utilização do método cooperativo. Resultados semelhantes são encontrados no trabalho de Teodoro, Cabral e Queiroz (2015), quando afirmaram que a maioria dos alunos entrevistados desconsideram o método *Jigsaw* como sendo confuso e desestruturado. Tal resultado é proveniente da organização em que o próprio método apresenta e a forma como o professor exerce seu papel durante a aplicação do método, estimulando o estudante a exercer o trabalho cooperativo, de maneira que as atividades se tornem mais prazerosas e menos cansativas.

5 CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho visou desenvolver uma estratégia didático-pedagógica para o ensino de estereoisomeria por intermédio do método *Jigsaw*. A partir da aplicação do método *Jigsaw*, verificou-se o desenvolvimento de alguns elementos fundamentais da Aprendizagem Cooperativa ao longo das etapas de aprendizagem. As funções de coordenador, redator e relator foram importantes para o desenvolvimento de habilidades relacionadas a comunicação, fala, escrita e liderança, corroborando com os dados coletados a partir dos protocolos de observação e videogravação.

Destaca-se ainda nessa pesquisa a partir do estudo dos dados obtidos, dentre os elementos principais, o desenvolvimento de habilidades sociais a partir da análise dos seguintes aspectos: maior participação dos alunos durante as aulas; interações sociais mais evidentes; partilha do conhecimento entre os integrantes, pedindo e oferecendo ajuda quando necessário; resolução de conflitos de forma construtiva; maior motivação para realização das atividades;

aperfeiçoamento das funções de cada integrante ao longo das atividades e fortalecimento das relações interpessoais.

A construção de modelos moleculares realizada na segunda etapa da pesquisa, utilizando materiais de fácil acesso, proporcionou aos alunos uma análise tridimensional dos modelos construídos, se mostrando indispensável na construção de conceitos químicos sobre estereoisômeros. Foi perceptível a conexão entre os conceitos estudados nos grupos cooperativos e a construção dos modelos moleculares pelos alunos, fruto da interação social entre os estudantes e do engajamento de cada membro do grupo. A partir da análise dos dados coletados, por intermédio do questionário avaliativo, pudemos constatar que os estudantes compreenderam os conceitos relacionados ao estudo da estereoisomeria por meio da aplicação do método *Jigsaw*, o que evidencia a importância do método para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem dos educandos, tornando-o eficiente para ensino do conteúdo abordado.

A difusão e aplicação da metodologia ativa de ensino foi importante para o processo de ensino e aprendizagem, pois estimularam os estudantes a se apropriarem do conhecimento de maneira mais interativa e participativa. O método *Jigsaw*, que faz parte da aprendizagem cooperativa, é um tipo de metodologia ativa que veio a contribuir com o desenvolvimento cognitivo do estudante prezando pelo trabalho em grupo. Assim sendo, pudemos constatar a importância de se trabalhar com metodologias ativas, em especial o método *Jigsaw*, para o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao ensino da estereoquímica.

De acordo com os dados levantados no questionário de avaliação da estratégia, enfatiza-se que o método empregado durante a pesquisa foi bem aceito pelos alunos e, acredita-se que poderá contribuir para a aprendizagem de Química, mais especificamente no estudo de compostos estereoisômeros, assim como no desenvolvimento de diferentes habilidades, que estimulem a formação de indivíduos menos individualistas e mais cooperativos.

REFERÊNCIAS

BENEVIDES, V. L. de; NETO, A. C. A. O uso da sala de aula invertida como metodologia no ensino de biologia para o 3º ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de Manaus/AM. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. v.11, n.1, e23001, jan./dez, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.13963>.

BROIETTI, F. C. D.; SOUZA, M. C. C. DE. Explorando conceitos de Reações Químicas por meio do Método *Jigsaw* de Aprendizagem Cooperativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 1–22, 2017. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4073>.

CHACON, E. P.; SOUZA, K. R. A. P. DE. Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino/aprendizagem de estereoquímica. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 3, p. 167–181, 2017. <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2016.v7i3.493>

COHEN, E. G.; LOTAN, R. A. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

COSTA, C. H. C.; DANTAS FILHO, F. F.; MOITA, F. M. G. DA S. C. MarvinSketch E Kahoot Como Ferramentas No Ensino De Isomeria. **Holos**, v. 1, p. 31–43, 2017. <https://doi.org/10.15628/holos.2017.4733>

CUNHA, F.; UVA, M. A Aprendizagem Cooperativa: perspectiva de docentes e crianças. **Interacções**, v. 12, n. 41, p. 133–159, 2016. <https://doi.org/10.25755/int.10839>

DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T. DA. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 60–69, 2016. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160010>

FABRI, P. H.; GIACOMINI, R. A. Estudo da Motivação do Aluno no Processo de Ensino e Aprendizagem Promovida pelo Uso de Modelos Moleculares, Validado por Meio de Áudio e Vídeo. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 196–208, 2018. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160123>

FATARELI, E. F. et al. Método Cooperativo de Aprendizagem *Jigsaw* no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161–168, ago. 2010. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/133>. Acesso em: 16 set. 2023.

FEITOSA, F. E. DA S.; RODRIGUES, R. DOS S. Aprendizagem cooperativa baseada em problemas e orquestração instrumental no ensino de cálculo. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, p. e21030, 2021. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11798>

FERREIRA, F. DAS C. D. S.; CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. DA S. Uma Estratégia Didática no Formato de Oficina para o Ensino do Conteúdo Soluções Químicas a Partir do Método Cooperativo de Aprendizagem *Jigsaw*. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 6, p. 114-123, 2018. <https://doi.org/10.21439/conexoes.v11i6.1094>

GIBIN, G. B. As dificuldades de compreensão sobre o conceito de solução representado em nível submicroscópico por estudantes latino americanos. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 1, n. 1, p. 72–81, 2015. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1266>. Acesso em: 16 set. 2023.

GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. L. DE. Método *Jigsaw* e modelos atômicos: utilização da aprendizagem cooperativa para a inserção da História da Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 2, p. 98–107, 2019. <https://doi.org/10.30705/eqpv.v2i2.1277>

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. A Aprendizagem Cooperativa Retorna às Faculdades. **Change**, v. 30, n. 4, p. 91–102, 1998. Disponível em: <https://www.andrews.edu/~freed/ppdfs/readings.pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.

MARQUES, S. P. D. et al. Aprendizagem Cooperativa Como Estratégia No Aprendizado De Química No Ensino Médio. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 57–66, 2016. <https://doi.org/10.21439/conexoes.v9i4.916>

MARTINS, M. G.; FREITAS, G. F. G. DE; VASCONCELOS, P. H. M. DE. Avaliação Didática dos Materiais Alternativos no Conteúdo de Geometria Molecular: Uma Proposta para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 1, p. 130–148, 2018. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1712>. Acesso em: 16 set. 2023.

McMURRY, J. Química Orgânica. In: 6. ed. São Paulo: Thomson, 2006. v. 1p. 980.

MERONI, G.; COPELLO, M. I.; PAREDES, J. Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. **Educación Química**, v. 26, n. 4, p. 275–280, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.07.002>.

MONEREO, C.; GISBERT, D. D. **Tramas: procedimentos para aprendizagem cooperativa**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

MOURA, V. S. de; MANSILLA, D. E.P. Avaliação da aprendizagem em uma escola do ensino médio sobre o bioma cerrado por meio de jogos digitais no período da pandemia. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. v.11, n.1, e23001, jan./dez, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14534>.

OLIVEIRA, B. R. M. et al. Chocoquímica: construindo conhecimentos acerca do chocolate por meio do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw*. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 277–285, 2016. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160085>.

PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski: a relevância do social**. 6. ed. São Paulo: Summus, 2015.

PAULETTI, F.; CATELLI, F. 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. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v11n1.5759>.

PESSOA, W. R.; ALVES, J. M. Motivação para aprender química: configurações subjetivas de estudantes do ensino médio. **Interacções**, v. 11, n. 39, p. 589–601, 2016. <https://doi.org/10.25755/int.8761>.

PRATES JÚNIOR, M. DE S. L.; SIMÕES NETO, J. E. Situações-problema como Estratégia Didática para o Ensino dos Modelos Atômicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 181–201, 2015. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n3.2725>.

PRETTE, A. DEL; PRETTE, Z. A. P. DEL. **Psicologia das habilidades sociais: diversidade teórica e suas implicações**. 3. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2013.

RAUPP, D.; PINO, J. C. DEL. Estereoquímica no Ensino Superior: historicidade e contextualização em livros didáticos de Química Orgânica. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 1, p. 146-168, 2015. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/331>. Acesso em: 16 set. 2023.

SANTOS, F. A. de S et al. Método cooperativo no ensino de química: uma abordagem do conteúdo soluções químicas através do método *Jigsaw*. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 254–269, 2021. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2796>. Acesso em: 16 set. 2023.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 3, n. 1, p. 87-98, 2015. <https://doi.org/10.26571/2318-6674.a2015.v3.n1.p87-98.i5308>.

SILVA, F. E. F. DA et al. Temática Chás: Uma Contribuição para o Ensino de Nomenclatura dos Compostos Orgânicos. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 4, p. 329–338, 2017. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160091>.

SILVA, G. B. DA; TEODORO, D. L.; QUEIROZ, S. L. Aprendizagem Cooperativa no Ensino de Ciências: uma revisão da literatura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 1–30, 2019. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p01>.

SILVA, L. E. L. DA et al. Chemscketch: uma breve análise do seu impacto no desenvolvimento das habilidades visuoespaciais de alunos do Instituto Federal do Amazonas – IFAM. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, p. 39–55, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2610>. Acesso em: 16 set. 2023.

SILVA, M. A. DA; CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. DA S. Aprendizagem Cooperativa: método *Jigsaw*, como facilitador de aprendizagem do conteúdo químico separação de misturas. **ACTIO**, v. 5, n. 1, p. 1–21, 2020. <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v5n1.9323>.

SILVA, T. S.; SOUZA, J. J. N. DE; CARVALHO FILHO, J. R. DE. Construção de modelos moleculares com material alternativo e sua aplicação em aulas de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 104–117, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/611>. Acesso em: 16 set. 2023.

SIMÕES NETO, J. E.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JÚNIOR, C. DE A. C. Abordando a isomeria em compostos orgânicos e inorgânicos: uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 327–346, 2013. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/133>. Acesso em: 16 set. 2023.

TEODORO, D. L.; CABRAL, P. F. DE O.; QUEIROZ, S. L. Atividade Cooperativa no Formato *Jigsaw*: Um Estudo no Ensino Superior de Química. **Alexandria: Revista de**

Educação em Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 1, p. 21–51, maio 2015.
<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n1p21>.

TERUYA, L. C. et al. Visualização no ensino de química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. **Química Nova**, v. 36, n. 4, p. 561–569, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000400014>.

VIEIRA, U. S. et al. O pecíolo do buriti como instrumento no ensino de isomeria constitucional e estereoisomeria. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 1, p. 1–14, 2019.
<https://doi.org/10.22407/2019.v10i1.873>.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

FINANCIAMENTO

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Marcelo Max Borges Calixto e Nedja Suely Fernandes.

Introdução: Marcelo Max Borges Calixto e Marcia Teixeira Barroso.

Referencial teórico: Marcelo Max Borges Calixto e Marcia Teixeira Barroso.

Análise de dados: Marcelo Max Borges Calixto e Marcia Teixeira Barroso

Discussão dos resultados: Marcelo Max Borges Calixto, Marcia Teixeira Barroso e Nedja Suely Fernandes.

Conclusão e considerações finais: Marcelo Max Borges Calixto.

Referências: Marcelo Max Borges Calixto e Nedja Suely Fernandes

Revisão do manuscrito: Nedja Suely Fernandes e Lourena Klebia Alves Gomes (revisora de Língua Portuguesa)

Aprovação da versão final publicada: Marcelo Max Borges Calixto, Marcia Teixeira Barroso e Nedja Suely Fernandes.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Aqui é exigido que os autores declarem que disponibilizarão os dados da pesquisa (quando couber). Quando for o caso, informar que o conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo. Para os casos de os dados necessitarem de autorização por parte do autor ou de outras pessoas e instituições envolvidas na pesquisa os dados devem ser solicitados diretamente aos autores do manuscrito. Além disso, deve ser respeitado os casos nos quais as condições da abertura de dados e outros conteúdos utilizados na pesquisa devem ser evitados). Os autores devem informar, citar e referenciar todos os dados, códigos de programas e outros materiais que foram utilizados ou gerados na pesquisa (sendo estes públicos/publicados ou não em repositórios de dados de pesquisa). Esta é uma das “novas” práticas de comunicação científica da ciência aberta. Esta disponibilização vai ao encontro do *modus operandi* da ciência aberta e exige que os manuscritos dos artigos cite todos os demais conteúdos subjacentes ao texto com o objetivo de facilitar e promover o entendimento da pesquisa, sua avaliação por pares, reprodutibilidade, reuso, preservação e visibilidade.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

CALIXTO, Marcelo Max Borges; BARROSO, Marcia Teixeira; FERNANDES, Nedja Suely. O Ensino de Estereoisomeria no Nível Médio Utilizando o Método *Jigsaw*. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 12, e24035, jan./dez., 2024. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16446>

COMO CITAR - APA

Calixto, M. M. B.; Barroso, M. T.; Fernandes, N. S. (2024). O Ensino de Estereoisomeria no Nível Médio Utilizando o Método *Jigsaw*. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 12, e24035. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16446>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETrATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto ([Open Access](#)) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](#). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da [Crossref](#).



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGCEM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Avaliador 1: Leandro Donizete Moraes  

Avaliador 2: Não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 16 de outubro de 2023.

Aprovado: 27 de fevereiro de 2024.

Publicado: 21 de maio de 2024.
