



INTERPRETAÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO A RESPEITO DE ISÔMEROS PLANOS

INTERPRETATIONS OF HIGH SCHOOL STUDENTS ABOUT PLAN ISOMERS

Fernanda Garcia de Almeida

fergarciaalmeida@gmail.com

Universidade Estadual de Londrina-UEL

Viviane Arrigo

viviane_arrigo@hotmail.com

Universidade Estadual De Londrina-UEL

Fabiele Cristiane Dias Broietti

fabielediasquimica@gmail.com

Universidade Estadual de Londrina-UEL

RESUMO

O estudo da isomeria é de fundamental importância, visto que compostos de mesma fórmula molecular podem apresentar diferentes fórmulas estruturais, originando diversos compostos orgânicos com propriedades químicas e utilização completamente distintas. Entretanto, pesquisas sobre tal conteúdo apontam que os alunos apresentam dificuldades em compreender este fenômeno. O objetivo deste trabalho residiu em analisar as concepções de alunos do Ensino Médio acerca de isômeros planos a partir de interpretações das relações existentes entre as cadeias carbônicas. Os dados analisados originam-se de respostas fornecidas pelos alunos em atividades desenvolvidas em uma turma de 3º ano do Ensino Médio (EM) de uma escola pública de Londrina/PR. A abordagem temática dos Três Momentos Pedagógicos foi empregada na organização das aulas e o procedimento analítico adotado foi a Análise de Conteúdo. Diante dos resultados obtidos, inferimos que os alunos apresentaram algumas dificuldades na compreensão dos conceitos de isomeria plana, tais como: classificar cadeias carbônicas; reconhecer a hidroxila como grupo funcional e não como ramificação; identificar a fórmula molecular dos compostos e montar as estruturas com base no número de ligações de cada átomo, princípios básicos da Química Orgânica necessários ao entendimento dos conceitos envolvidos no estudo da isomeria plana. Destacamos que a implementação da proposta aqui apresentada foi promissora no que diz respeito à abertura fornecida para os alunos apresentarem suas ideias prévias acerca do tema estudado, levantarem questionamentos, exporem suas dúvidas e dificuldades e participarem, de forma ativa, da construção das estruturas e do agrupamento e classificação das mesmas em pares de isômeros.

PALAVRAS-CHAVE: isomeria plana; três momentos pedagógicos; sequência de ensino.

ABSTRACT

The study of isomerism becomes important since compounds of the same molecular formula can present different structural formulas, originating several organic compounds, with chemical properties and completely different use. However, research on such content points

doi: 10.22047/2176-1477/2019.v10i3.1156

Recebido em: 09/04/2019

Aprovado em: 27/08/2019

Publicado em: 15/12/2019

out that students present difficulties in understanding this phenomenon. The objective of this work was to analyze the conceptions of high school students about the flat isomers from interpretations of the relationships between the carbon chains. The analyzed data originate from answers provided by students in activities developed in a 3rd year group of the High School (HS) of a public school in Londrina/PR. The thematic approach of the Three Pedagogical Moments was used in the organization of classes and the analytical procedure adopted was the Content Analysis. In view of the results obtained, we infer that the students presented some difficulties in understanding the concepts of flat isomerism, such as: classifying carbon chains; recognize the hydroxyl as a functional group and not as a branching; identify the molecular formula of the compounds; and assemble the structures based on the number of bonds of each atom, basic principles of organic chemistry necessary to understand the concepts involved in the study of flat isomerism. We emphasize that the implementation of the proposal presented here was promising regarding the opening provided for the students for present their previous ideas about the studied subject; raise questions; expose your doubts and difficulties; and, actively participate in the construction of structures and grouping and classifying them into pairs of isomers.

KEYWORDS: *structural isomerism; three pedagogical moments; teaching sequence.*

INTRODUÇÃO

Encontram-se na literatura críticas ao modelo tradicional de ensino no qual o professor é visto como o detentor do conhecimento e sua ação docente é pautada na transmissão de conceitos. Neste modelo, os alunos são tratados como receptores dos conteúdos, assumindo ação passiva no processo educativo. São vistos como “tábulas rasas” e seus conhecimentos prévios não são levados em consideração (GUIMARÃES, 2009). Há uma visão de ciência como “verdade” pronta e acabada, isenta de qualquer interferência humana, sendo papel da escola transmitir o conhecimento a partir do professor, que ocupa a função central, e, ao aluno, basta assimilar tal conhecimento (SANMARTÍ e GARCIA, 1999). Nessa perspectiva, a aquisição do conhecimento pode ser entendida como acúmulo e armazenamento de informações e o método expositivo é predominante.

Sob outra perspectiva, temos o modelo de ensino no qual o conhecimento é uma construção social, onde os modelos interpretativos iniciais dos alunos podem ser (re)significados devido a atividades realizadas, que favorecem a explicitação dos próprios pontos de vista e a contraposição com as ideias dos outros (SANMARTÍ e GARCIA, 1999). Neste tipo de modelo, o aluno vai identificando as características dos novos modelos apresentados pelo professor, examina a possível coerência com suas ideias e observações e com o que pensam os demais, e vai incorporando outras formas de ver e pensar (SANMARTÍ e GARCIA, 1999).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem só é significativa quando uma nova informação é ancorada em conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno. Portanto, quando a nova informação tem pouca ou nenhuma relação com os conhecimentos prévios do aluno, a aprendizagem é vista como memorização de informações, ou seja, um processo mecânico. Embora na literatura haja uma ampla variedade de denominações para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, tais como concepções espontâneas, concepções errôneas, concepções alternativas e pré-conceitos dos alunos, tais denominações envolvem uma diversidade de definições subjacentes, pois os conhecimentos prévios podem ser considerados como produto das concepções de mundo formuladas a partir das interações com o meio de forma sensorial, afetiva, cognitiva e primariamente de forma pouco elaborada,

podendo, ainda, ser produto de crenças culturais (SOBRAL e TEIXEIRA, 2007; POZO e CRESPO, 2009).

Neste contexto de estudo, consideramos que os conhecimentos prévios são provenientes de situações vivenciadas cotidianamente, construídos à medida que nos deparamos com fatos ou situações que necessitam ser entendidos e que fazem sentido para a nossa vida. Algumas dessas situações podem ser compreendidas a partir do estudo da Química, através de questionamentos da seguinte natureza: "Por que um cubo de gelo derrete? Por que o mercúrio contido no termômetro dilata quando se aumenta a temperatura? Como podemos sentir o cheiro do café sendo coado?".

Para responder a esses e a outros questionamentos, faz-se necessário, assim, recorrer a conteúdos científicos em uma aula de Química em que se objetive a aprendizagem significativa por parte dos alunos. Deve-se partir de situações problemáticas de ensino que forneçam espaço de discussão para que os alunos expressem suas ideias, levantem hipóteses e proponham explicações para um dado problema. A partir dos seus conhecimentos prévios, deve-se introduzir os conhecimentos científicos necessários para interpretar e solucionar o problema, permitindo que eles os relacionem às suas próprias ideias e construam novos conhecimentos (POZO e CRESPO, 2009).

Neste sentido, os autores acima citados ainda explicam que a aprendizagem em Química vai além do domínio da linguagem e dos procedimentos da Química, sendo um processo que requer também o domínio da lógica e dos procedimentos da aprendizagem, "sabendo procurar e incorporar a informação, interpretá-la, traduzindo-a de um código ou formato para outro, entendendo seu significado e estrutura, sendo capaz de compreender uma explicação, mas também de dar uma explicação compreensível" (POZO e CRESPO, 2009, p. 188).

Desta maneira, consideramos que ensinar Química torna-se um desafio para os professores, no sentido de preparar aulas que permitam aos alunos estabelecer relações entre os seus conhecimentos prévios e os conceitos científicos, mediar discussões que possibilitem a reconstrução de ideias por parte dos alunos e intervir durante as discussões fornecendo as informações necessárias à construção de novos conhecimentos, sem descaracterizar o papel ativo dos alunos como agentes da aprendizagem. Ou seja: o professor precisa aceitar e utilizar as ideias dos alunos para promover um ambiente de aprendizagem baseado na proposição e na reelaboração de explicações.

Diante de tal contexto, objetivamos com essa investigação analisar as concepções de alunos do Ensino Médio acerca de isômeros planos a partir de interpretações das relações existentes entre as cadeias carbônicas.

REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo de Isomeria Plana

Quando nos referimos ao estudo da Química Orgânica, estamos nos referindo ao estudo de todos os compostos constituídos de carbono. Os compostos de carbono incluem o DNA, que contém todas as nossas informações genéticas, as proteínas, os nossos alimentos, os medicamentos, os produtos de limpeza, entre muitos outros. Resumidamente, esses compostos são os constituintes da matéria de todas as coisas vivas em nosso planeta, de forma que se torna fundamental o estudo dos compostos orgânicos (SOLOMONS, 2011).

Nós podemos enxergar os nossos alimentos e medicamentos, por exemplo, mas enxergar os compostos de carbono que os constituem é impossível aos nossos olhos, o que agrega um grau de dificuldade ao ensino e aprendizagem da Química Orgânica.

No estudo da Química Orgânica há compostos chamados de isômeros, que são assim denominados quando apresentam a mesma fórmula molecular, porém diferem quanto a sua fórmula estrutural (SOLOMONS, 2011). Compreender o fenômeno da isomeria se faz importante, visto que compostos de mesma fórmula molecular podem representar diferentes substâncias, com propriedades químicas e utilização completamente distintas.

A isomeria pode ser classificada como plana ou espacial. Neste estudo, foi explorada a isomeria plana, que ocorre quando se torna possível perceber que dois compostos são isômeros observando-se a fórmula estrutural plana. Em outras palavras: ocorre quando os isômeros se diferenciam pela sequência em que os átomos estão ligados uns aos outros. No estudo da isomeria plana, os isômeros podem ser subdivididos em classes. Os isômeros de cadeia referem-se a isômeros que pertencem à mesma função orgânica, porém apresentam cadeias carbônicas distintas. Os isômeros de posição são aqueles que apresentam a mesma função orgânica e mesma classificação de cadeia, porém diferem quanto à posição de um grupo funcional, ramificação ou uma instauração. Quando os compostos isômeros pertencem a funções orgânicas distintas, configuram a isomeria de função. Se dois compostos de mesma fórmula molecular e que contenham um heteroátomo se diferem apenas pela posição do heteroátomo, constituem a metameria ou compensação (PERUZZO; CANTO, 2003; SOLOMONS, 2011).

Pesquisas indicam que os alunos apresentam algumas dificuldades na compreensão do fenômeno da isomeria. Silva e Silva (2007) apontam que, dentre as dificuldades, destacam-se: entender o conceito de isomeria, classificar os isômeros planos e representar suas fórmulas estruturais. Correia e colaboradores (2010) abordam que as dificuldades conceituais que os alunos apresentam podem ser atribuídas a problemas básicos, como a compreensão de teorias estruturais, ligações químicas e representações de fórmulas estruturais. Silva (2014) associa a dificuldade do ensino de isomeria às falhas existentes na formação inicial dos professores, que contribuem para que o ensino permaneça no modo tradicional, levando à memorização de estruturas e tipos de isômeros, sem a capacidade de compará-los e identificar o tipo de isomeria que apresentam com base nas características das cadeias.

Nesse sentido, Souza (2009) relaciona tais dificuldades às estratégias de ensino utilizadas pelos professores, mencionando a não utilização de recursos que possibilitem aos alunos visualizarem as estruturas e compreenderem as particularidades existentes entre elas, responsáveis por caracterizá-las como isômeros pertencentes a uma determinada classe. Neste contexto, defendemos a utilização de estratégias de ensino que auxiliem na aprendizagem e definição dos conceitos, delimitadas com base no conteúdo a ser trabalhado. No caso do estudo da isomeria, em função das dificuldades dos alunos em relacionarem a fórmula estrutural e a fórmula molecular dos compostos já relatadas na literatura, consideramos que uma atividade em que eles possam construir diferentes cadeias carbônicas a partir da mesma fórmula molecular pode auxiliar no estabelecimento de relações entre as características das estruturas, favorecendo a identificação dos tipos de isômeros.

Os Três Momentos Pedagógicos

A abordagem temática dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) consiste em uma forma de organizar o ensino originada da transposição da concepção de Paulo Freire (1987) em sua perspectiva dialógica. Marengão (2012) destaca a importância da dialogicidade para Freire, em que o autor percebe ser

fundamental o diálogo entre o professor e o aluno para a problematização das contradições sociais vividas pelos alunos. Tal importância pode ser observada no seguinte trecho de sua obra:

A existência, porque humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo. Existir, humanamente, é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles novo pronunciar. Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão. Mas, se dizer a palavra verdadeira, que é trabalho, que é práxis, é transformar o mundo, dizer a palavra não é privilégio de alguns homens, mas direito de todos os homens (FREIRE, 1987, p. 44).

Marengão (2012) afirma que, em 1987, Freire propôs o uso dos temas geradores, sendo esses desenvolvidos em conjunto com o educando e sua realidade. Em concordância, Muenchen (2010, p. 128) argumenta que na concepção de uma abordagem temática, “os conceitos deixam de ter um fim em si, passando a constituir-se em meios, ferramentas para compreensão de algo mais amplo, isto é, dos temas socialmente relevantes”. A abordagem dos três momentos pedagógicos estrutura-se em três momentos específicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

No primeiro momento, problematização inicial, o professor deve apresentar situações associadas à realidade dos alunos e relacionadas ao tema e aos conteúdos a serem trabalhados. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) abordam que a problematização pode ocorrer em dois sentidos. Pode ser que o aluno já tenha noções sobre o tema proposto, sendo estas adquiridas por meio de aprendizagens anteriores, dentro ou fora do ambiente escolar. Essas noções podem ou não estar de acordo com as explicações científicas, constituindo as concepções alternativas que, neste momento, são levantadas. Por outro lado, por meio da problematização, busca-se fazer com que o aluno sinta a necessidade de obter novos conhecimentos a fim de resolver a situação problema proposta. Portanto, nesse momento o professor assume o importante papel de mediador, guiando as discussões no sentido de realizar o levantamento das ideias prévias dos alunos e de instigá-los pela busca de novos conhecimentos.

A Organização do Conhecimento constitui o momento no qual o professor apresenta os conhecimentos científicos necessários à compreensão do problema inicial e o tema proposto, mediando uma discussão que deve possibilitar aos alunos relacionarem tais conhecimentos às suas próprias ideias. Esse momento da atividade pedagógica compreende o estudo sistemático dos conhecimentos envolvidos no tema e na problematização inicial, ou seja, são estudados os conhecimentos científicos necessários para a melhor compreensão dos temas e das situações significativas (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2002). O papel do professor durante a organização do conhecimento consiste em desenvolver uma variedade de atividades, como a utilização de textos de divulgação científica, produções escritas, utilização das tecnologias da informação e comunicação, entre outras (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

No terceiro momento, a aplicação do conhecimento, a situação problema inicial e todos os questionamentos levantados são retomados, devendo ser interpretados e analisados com base nos conceitos desenvolvidos na organização do conhecimento. Pode-se, também, efetuar outros questionamentos e explorar outras situações que não estejam diretamente ligadas à problemática inicial, mas que se relacionam com o mesmo conhecimento científico trabalhado no segundo momento (FERREIRA, PANIZ e MUENCHEN, 2016). Segundo Delizoicov (1982), a

exploração do conteúdo programático faz com que esse seja extrapolado a uma esfera que transcende o cotidiano do aluno.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

O presente trabalho apresenta resultados de uma sequência de ensino desenvolvida por uma estagiária do curso de Licenciatura em Química, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, composta por 13 alunos de uma escola da rede pública de Londrina/PR. As atividades componentes da referida sequência de ensino foram desenvolvidas ao longo de sete horas/aula, totalizando 250 minutos. A organização desta sequência de ensino se deu em conjunto com a professora formadora da disciplina de Estágio Supervisionado, na qual se propõe que os estagiários elaborem e desenvolvam sequências de ensino tendo como princípios norteadores a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos.

De antemão esclarecemos que não foi feito um estudo sistemático da realidade vivenciada pelos alunos da escola onde as atividades foram realizadas, como indicado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) como uma fase necessária para se delimitar a temática que embasará o estudo dos conceitos científicos, podendo ser trabalhados diversos conteúdos a partir do mesmo tema. Porém, anteriormente ao desenvolvimento da sequência de ensino, tivemos um período de observação das aulas de Química, quando foi possível conhecer um pouco as características dos alunos presentes na turma em que ocorreriam as atividades.

Mediante esse período de reconhecimento, decidimos organizar a sequência de ensino a partir do tema "Aromas", escolhido por se tratar de um assunto de conhecimento de todos e por possibilitar a problematização do estudo da Isomeria Plana, conteúdo químico trabalhado. Logo, a sequência elaborada tratou de uma proposta adaptada aos 3MP, na qual o conteúdo químico foi utilizado para delimitar o tema. Na sequência, descrevemos as atividades que compuseram cada uma das etapas da sequência de ensino.

Primeiro Momento Pedagógico

Nesta etapa, foi proposta aos alunos uma situação problema que envolvia o conceito de isomeria aplicado ao desenvolvimento de uma fragrância, na qual o aluno deveria sugerir uma explicação para o fato de um frasco rotulado com a fórmula molecular do acetato de etila ($C_4H_8O_2$) não apresentar o cheiro esperado do composto, como disposto na Figura 1.

"O professor de uma turma do terceiro ano do ensino médio pediu para que seus alunos fizessem um trabalho que consistia em desenvolver uma fragrância. Durante suas pesquisas para desenvolver seu trabalho, João descobriu que o composto acetato de etila, cuja fórmula molecular é $C_4H_8O_2$, apresenta um aroma doce agradável e então resolveu usá-lo em sua fragrância. Ao chegar no laboratório procurando por tal composto, tendo em mãos apenas sua fórmula molecular, encontrou um frasco rotulado com a mesma fórmula. Porém, para a sua surpresa, ao abrir um frasco sentiu um cheiro ruim e muito desagradável.
O que pode ter acontecido para que João não encontrasse o cheiro adocicado e agradável que procurava?"

Figura 1: Problematização Inicial
Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir daí, foi mediada uma discussão com a turma com o intuito de que os alunos expressassem suas ideias prévias acerca do tema em questão e propusessem algumas possibilidades para explicar o motivo pelo qual o conteúdo do frasco não apresentava a fragrância desejada.

Segundo Momento Pedagógico

Na continuidade das atividades foram organizados grupos de 3 a 4 alunos. A cada grupo foi entregue a Atividade 1, na qual era solicitado que eles construíssem as estruturas possíveis para representar as fórmulas moleculares apresentadas com o auxílio de bolas de isopor e palitos de madeira. Além da montagem, eles deveriam representá-las nos espaços indicados. Pode-se observar a descrição da atividade na Figura 2.

GRUPO: _____

Proponha uma estrutura para cada fórmula molecular ($C_xH_yO_z$) apresentada. Para isso, utilize as bolas de isopor para representar os átomos dos elementos e os palitos de madeira para representar as ligações químicas. Utilize a seguinte legenda:

- átomos de hidrogênio
- átomos de carbono
- átomos de oxigênio

Por fim, represente a estrutura construída nos quadros abaixo, de acordo com a fórmula molecular. **Sejam criativos!**

Para lembrar

Átomos de **carbono** realizam **4 ligações**

Átomos de **hidrogênio** realizam **1 ligação**

Átomos de **oxigênio** realizam **2 ligações**

Limitar-nos-emos nessa atividade ao átomo de oxigênio podendo estar presente nas estruturas nas duas formas representadas abaixo. Na primeira, formando um **álcool (OH)** e na segunda formando um **éter (átomo de oxigênio entre átomos de carbono)**

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$

$$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

Figura 2: Atividade 1.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, foi solicitado que os grupos se dirigissem até a frente da sala de aula e apresentassem as estruturas construídas, explicando os motivos pelos quais haviam organizado os átomos de tal forma. As incoerências observadas na construção das cadeias eram colocadas em discussão para esclarecer as dúvidas e trabalhar as dificuldades encontradas. Com as estruturas realizadas, os grupos deveriam compará-las, verificando

diferenças e similaridades entre elas. Neste momento, a partir dos aspectos por eles utilizados para justificar as similaridades existentes entre as estruturas, foi discutido o conceito de isomeria plana.

Tais cadeias, elaboradas pelos alunos, também foram utilizadas para discutir a classificação de compostos isômeros. Na lousa, estas foram dispostas em pares e, com base em suas características, foram classificadas em: isômeros de cadeia, de posição, de função e de metameria.

Terceiro Momento Pedagógico

Nesta etapa, além da retomada da problemática inicial – situação problema que envolvia o conceito de isomeria aplicado ao desenvolvimento de uma fragrância –, foi entregue aos alunos a Atividade 2, representada pela Figura 3, na qual os alunos deveriam responder, individualmente, às questões 1 e 2 com base nos conceitos abordados durante as aulas anteriores.

As estruturas abaixo são classificadas como isômeros.

1	$\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{OH}$	4
	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{HC}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	
2	$\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3$	5
	$\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{H}_2\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3$	
3	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	6
	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{HC}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	

1) Proponha uma explicação para o porquê tais estruturas podem ser classificadas como isômeros.

2) Agrupe as estruturas em diferentes pares de acordo com as classificações estudadas: isômeros de cadeia, de posição, de função e de metameria. Apresente a respectiva classificação para cada par e justifique suas escolhas.

Figura 3: Atividade 2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A seguir, descrevemos como se deu a coleta e análise de dados.

Coleta e análise de dados

Os dados analisados constituem-se das ideias iniciais apresentadas pelos alunos durante a discussão da problematização, que ocorreu no início do desenvolvimento da sequência de ensino e das respostas fornecidas à Atividade 2, realizada ao final da mesma. Adotou-se, como procedimento analítico, a Análise de Conteúdo, que permite atingir uma compreensão dos significados de toda classe de documentos e textos que vai além de uma leitura comum. Essa metodologia de análise está dividida em três etapas: a pré-análise, exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação (BARDIN, 2011).

A pré-análise consiste em uma fase de organização e sistematização das ideias em que, após ser realizada uma leitura flutuante, há a escolha dos documentos que irão compor a análise de conteúdo. A fase de exploração do material baseia-se na construção de operações de codificação, na qual os textos a serem analisados são recortados em unidades de registro (palavras, frases, parágrafos) e agrupados tematicamente em categorias, as quais permitem as inferências. A última fase consiste no tratamento dos resultados obtidos e interpretação destes; os dados são tratados de modo a serem significativos e válidos. A partir desse tratamento, os autores podem realizar suas inferências e interpretações, de acordo com o quadro teórico e os objetivos propostos (BARDIN, 2011; CAPELLE et al., 2003; URQUIZA et al., 2016).

Para a análise dos dados deste trabalho, as repostas dos alunos foram categorizadas a fim de reunir o maior número de informações à custa de uma esquematização e, assim, correlacionar classes de acontecimentos para ordená-los. Tais repostas foram confrontadas com repostas pré-estabelecidas, por meio do que foi possível estabelecer as categorias de análise, aqui denominadas de categorias emergentes.

A análise das repostas fornecidas pelos alunos se deu em três etapas: a primeira refere-se às ideias iniciais apresentadas durante a discussão do problema sobre o desenvolvimento de uma fragrância, a segunda refere-se à questão 1, que aborda a definição de isomeria, e a terceira diz respeito à questão 2, que abrange a classificação de compostos isômeros. Vale ressaltar que, embora a turma seja composta por 13 alunos, para a primeira questão não se obteve resposta do aluno A8 e, para a segunda questão, não se obteve resposta do aluno A11.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às repostas fornecidas pelos alunos para explicar a diferença do cheiro entre o composto procurado por João, o acetato de etila, e o que estava no frasco por ele encontrado no laboratório, identificamos algumas ideias como: "*Tava errado o frasco, não, não o rótulo, mas o que tava dentro*"; "*Eu acho que é porque ficou muito tempo guardado*". Observa-se que os alunos não recorreram a conceitos de isomeria para formular suas explicações, pautando suas ideias em conhecimentos do dia a dia, como o tempo de armazenamento do composto ter ocasionado a mudança do cheiro, ou até a possibilidade de estar rotulado incorretamente.

Tais ideias representam conhecimentos de senso comum, interpretadas por Pozo e Crespo (2009) como concepções espontâneas, primariamente elaboradas a partir de experiências reais vivenciadas, de interações com o mundo. Mesmo não tendo conexão com os conhecimentos científicos, em situações de ensino em que se busca uma aprendizagem significativa, é necessário identificar as concepções prévias dos alunos, as quais servem de ponto de partida para a construção de novos conhecimentos, pois segundo Ausubel, Novak e

Hanesian (1980), a aprendizagem só será significativa quando a nova informação for ancorada em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Consequente, no que diz respeito à análise das respostas fornecidas à Atividade 2, para a primeira questão elaborou-se uma resposta esperada com base na literatura (SANTOS; MÓL, 2013; SOLOMONS, 2011). O confronto entre as respostas fornecidas pelos alunos e a resposta esperada permitiu identificar aquelas consideradas corretas, incorretas e as incompletas, originando três categorias:

Categoria 1 (C1): Respostas consideradas corretas – compreensão do conceito de isomeria.

Categoria 2 (C2): Respostas consideradas incompletas – indicam que compostos isômeros possuem a mesma fórmula molecular, mas não relacionam com a estrutura.

Categoria 3 (C3): Respostas consideradas incorretas – apresentam erros conceituais nas respostas.

No Quadro 1 observa-se como as respostas apresentadas pelos alunos foram alocadas nas categorias.

Quadro 1: Categorização das respostas dos alunos referentes à questão 1.

Resposta esperada: "Essas estruturas podem ser classificadas como isômeros, pois apresentam a mesma fórmula molecular e diferem quanto à fórmula estrutural"		
Categorias	Alunos	Exemplos
C1- compreensão do conceito de isomeria	A2, A3, A4, A5, A6, A7, A9, A13	A2: "Porque eles têm a mesma fórmula molecular e muda as estruturas"
C2- indicam que compostos isômeros possuem a mesma fórmula molecular, mas não relacionam com a estrutura	A10, A11, A1	A1: "Porque elas têm a mesma quantidade de oxigênio e carbonos e são classificadas como isômeros" A10: "Pois elas podem formar mais de um composto"
C3- apresentam erros conceituais nas respostas	A12	A2: "Por que são estruturas que são classificadas como isômeros e muda somente a fórmula e não o composto"

É notório que houve maior incidência de respostas na categoria C1, indicando a compreensão dos alunos quanto ao conceito de isomeria. Na categoria C2 alocaram-se respostas como: "Porque elas têm a mesma quantidade de oxigênio e carbonos e são classificadas como isômeros". Aqui o aluno classifica as estruturas apresentadas como isômeros, visto que apresentam a mesma fórmula molecular, porém, não é evidenciado em sua resposta que ele identifica que há diferenças na forma como os átomos estão rearranjados. Ainda em C2 encontram-se respostas como: "Pois elas podem formar mais de um composto". Aqui o aluno identifica que as estruturas apresentadas diferem quanto ao arranjo estrutural dos átomos, justificando o fenômeno da isomeria, porém, não reforça a inalterabilidade da fórmula molecular, o que justifica sua alocação na categoria de resposta incompleta – C2.

Na categoria C3 apenas uma resposta foi alocada: "Por que são estruturas que são classificadas como isômeros e muda somente a fórmula e não o composto". O aluno apresenta erros conceituais quanto à definição de isomeria, não ressalta qual fórmula muda, a molecular ou a estrutural, e afirma que o composto se mantém, sem maiores esclarecimentos.

Diante das respostas dadas pelos alunos para a questão 1, embora a maioria (8 dos 12 alunos) tenha respondido de forma satisfatória, infere-se que alguns ainda apresentam dificuldades para entender em sua completude o conceito de isomeria, limitando suas repostas a um único aspecto, seja na identificação dos átomos presentes na cadeia, sem expressar a fórmula molecular ou identificando a existência de vários compostos, sem compreender que o que as distingue é o arranjo dos átomos. Em complemento, foi possível identificar que as dificuldades em conseguir encontrar a fórmula molecular e visualizar as diferenças estruturais dos compostos limitaram uma compreensão total do conceito de isomeria, corroborando as ideias expostas por Silva e Silva (2007) e Correia e colaboradores (2010).

Para a questão 2, a análise se deu com base nas definições da literatura (SANTOS e MOL, 2013; SOLOMONS, 2011):

Isomeria de cadeia: isômeros pertencem à mesma função orgânica, porém apresentam cadeias carbônicas distintas.

Isomeria de posição: isômeros pertencem à mesma função orgânica, apresentam a mesma classificação de cadeia, porém diferem quanto à posição de um grupo funcional, ramificação ou uma instauração.

Isomeria de função: compostos que apresentam a mesma fórmula molecular, porém apresentam funções orgânicas distintas.

Metameria ou compensação: ocorre quando os isômeros de mesma função orgânica, com cadeias heterogêneas, diferem na posição do heteroátomo.

O confronto entre as respostas dos alunos e as definições acima originou quatro categorias e três subcategorias.

Categoria 1 (C1): respostas consideradas corretas – respostas dos alunos que demonstraram compreender o conceito em questão, não apresentando erros conceituais.

Categoria 2 (C2): respostas em que os alunos apresentam limitações conceituais em suas interpretações.

Subcategoria C2.1: não reconhecem a diferença entre as cadeias carbônicas – respostas na qual o aluno não reconhece a diferença entre as cadeias, somente a mudança de posição do grupo funcional.

Subcategoria C2.2: não conseguem justificar com base em termos científicos - respostas em que os alunos não conseguem justificar o agrupamento correto utilizando termos científicos.

Subcategoria C2.3: Identificam o grupo funcional como ramificação - resposta em que os alunos identificam grupamentos funcionais como ramificação.

Categoria 3 (C3): Respostas consideradas incompletas – respostas em que os alunos não apresentam erros conceituais, porém apresentam respostas incompletas.

Categoria 4 (C4): Respostas consideradas incorretas– respostas dos alunos que demonstraram não compreender o conceito em questão, apresentando erros conceituais.

No Quadro 2, podemos observar como as respostas apresentadas pelos alunos foram alocadas nas categorias:

Quadro 2: Categorização das respostas dos alunos referentes a questão 2.

Categorias	Subcategorias	Alunos/agrupamentos	Exemplos
C1 – Respostas consideradas corretas	---	A1/3; A2/1; A3/1; A4/9; A5/1; A6/2; A8/5; A9/5; A10/1; A12/6; A13/3	A13: "2 e 5 - Isomeria de metameria, porque o heteroátomo muda de lugar na cadeia"
C2 – Respostas que apresentam limitações conceituais	C2.1 – Não reconhecem a diferença entre as cadeias carbônicas	A1/2; A3/1; A9/2; A12/2	A9: "3 e 4- Isomeria de posição porque muda a posição do OH"
	C2.2 – Não conseguem justificar com base em termos científicos	A3/2; A5/1; A7/1; A8/1	A7: "3 e 4 - Isomeria de cadeia. Porque os dois são OH pois muda o formato"
	C2.3 – Identificam grupo funcional como ramificação	A5/1; A13/1	A13: "1 e 4- Isomeria de cadeia, porque uma tem ramificação"
C3 – Respostas consideradas incompletas	---	A6/2; A7/1	A6: "2 e 5 – Metameria. Mudou o lugar"
C4 – Respostas consideradas incorretas	---	A2/1; A3/2; A5/1; A7/2; A8/8; A10/1; A12/6; A13/2	A12: "Isômeros de cadeia: 1 e 4; 4 e 5; 2 e 1. Quando as hidroxilas mudam de posição, mas fica a mesma cadeia"

As estruturas apresentadas na questão 2 possibilitavam a realização de várias formas de agrupamentos, de modo que uma única classe de isômeros poderia abarcar mais de um par de cadeias. No entanto, ressaltamos que nossa intenção não era que os alunos agrupassem as estruturas de todas as formas possíveis, mas que eles apresentassem explicações embasadas nas definições apresentadas na literatura para cada par de isômero representado, o que iria nos fornecer subsídios para identificar a apropriação de conceitos por parte deles. Como é possível observar-se no Quadro 2, ao categorizar as respostas dos alunos, destacamos o número de agrupamentos, não com o intuito de quantificar a aprendizagem, mas para justificar a alocação das respostas de um mesmo aluno em diferentes categorias.

Verificamos que dos 12 alunos que responderam à questão, 11 tiveram suas respostas alocadas na categoria C1 – respostas consideradas corretas –, o que nos indica que os alunos compreenderam o conceito de isomeria e realizaram a maior parte dos agrupamentos de acordo com os princípios que regem a classificação dos isômeros. O aparecimento de respostas alocadas nas categorias C2, C3 e C4 nos indica que os alunos ainda encontraram algumas dificuldades ao realizar os agrupamentos, principalmente quando se tratava de cadeias ramificadas ou com a presença hidroxila, considerada por A5 e A13 como ramificação.

Cabe salientar que, anteriormente ao estudo deste conteúdo, os alunos haviam estudado apenas as funções orgânicas hidrocarbonetos e álcoois. Para tornar possível a compreensão da isomeria de função, foi apresentada a função orgânica éter, apenas abordando que uma forma do oxigênio estar disposto na estrutura química é entre carbonos na cadeia carbônica,

formando um éter. Assim, respostas do tipo “3 e 6 é considerado isomeria de função porque uma função tem álcool e a outra só oxigênio” também foram alocadas nessa categoria.

Com relação à categoria C2, a subcategoria C2.1 contemplou as respostas nas quais os alunos não reconhecem a diferença entre as cadeias carbônicas, somente a mudança de posição do grupo funcional. Como exemplo tem-se a resposta: “3 e 4- Isomeria de posição porque muda a posição do OH”. O aluno considera como isomeria de posição porém, para isso, os compostos devem possuir cadeias carbônicas de mesma classificação. Como entre tais compostos há mudança na estrutura da cadeia – o composto 3 trata de uma estrutura de cadeia ramificada e no composto 4 a cadeia é classificada como normal; a classificação correta seria isomeria de cadeia. O aluno não identifica a mudança na cadeia carbônica, apenas ressalta a mudança de posição do grupo funcional hidroxila. Essa confusão conceitual ocorre também em: “2,6 - isomeria de metameria pois muda a posição do éter”. Entre as estruturas 2 e 6, o tipo de isomeria que ocorre é isomeria de cadeia – normal e ramificada, respectivamente. O aluno não identifica a mudança da cadeia de normal para ramificada, apenas evidencia a mudança de posição do heteroátomo, chamado pelo aluno de éter, classificando como metameria.

Os alunos limitam-se a descrever em suas respostas que, para ocorrer isomeria de posição, deve haver mudança de posição, por exemplo, do grupo funcional. Entretanto, evidencia-se que os alunos apresentam dificuldade em identificar as diferenças entre as cadeias carbônicas, o que ocasiona dificuldade para a compreensão do conceito de isomeria.

Na subcategoria C2.2 foram classificadas respostas nas quais os alunos conseguem identificar corretamente o tipo de isomeria entre os compostos, mas não conseguem justificar com base em termos científicos. Como exemplo tem-se: “3 e 4 - Isomeria de cadeia. Porque os dois são OH pois muda o formato”. O aluno identifica que, para ocorrer isomeria de cadeia, é preciso que ambas as estruturas pertençam à mesma função orgânica e que ocorre mudança de cadeia normal para ramificada. No entanto, os termos que utiliza para suas explicações não são científicos, partem do senso comum de sua observação visual, nomeando a mudança da classificação da cadeia carbônica como “muda o formato”, e a função orgânica álcool de “OH”. O mesmo ocorre em: “Isômero de posição: 3 e 1. É quando a posição do oxigênio muda”, O aluno não consegue nomear cientificamente a hidroxila ou que houve mudança de posição do grupo funcional, destacando que houve apenas a mudança do oxigênio.

Na subcategoria C2.3 foram alocadas as respostas nas quais os alunos identificam o grupo funcional como ramificação. Nas respostas dos alunos: “1 e 4 - Isomeria de cadeia, porque uma tem ramificação” e “1 e 4 Isomeria de cadeia – muda a cadeia, tendo na 4, ramificação”, a identificação do tipo de isomeria que ocorre está incorreto, visto que o que ocorre é isomeria de posição, o grupo funcional OH no composto 1 está no primeiro carbono e o no composto 4 está no segundo carbono, o que justifica classificá-los como isômeros de posição. O equívoco apresentado pelos alunos está em considerar a hidroxila como um radical, e, assim, classificar uma cadeia como normal e outra como ramificada. Desta forma, a identificação de grupos funcionais e de radicais são primárias no ensino de isomeria, podendo ser uma limitação da aprendizagem.

A categoria C3 aloca as respostas consideradas incompletas. Ressalte-se que não há erros conceituais tanto na identificação do tipo de isomeria e nem na justificativa, porém as justificativas são incompletas. Como exemplo tem-se: “2 e 5 – Metameria. Mudou o lugar”. O aluno identifica corretamente o tipo de isomeria (metameria), contudo, acrescenta em sua resposta: “mudou o lugar”, mas não explicita o que muda de lugar. O mesmo ocorre com a resposta: “2 e 6 – cadeia. Mudou a cadeia”. O aluno classifica corretamente como isomeria de

cadeia, porém não escreve que uma cadeia é ramificada e outra não, apenas que houve mudança na cadeia.

Por fim, a categoria C4 aloca as respostas que foram consideradas incorretas, ou seja, que trazem erros conceituais. Como exemplo: "Isômeros de cadeia: 1 e 4; 4 e 5; 2 e 1. Quando as hidroxilas mudam de posição, mas fica a mesma cadeia". Em nenhum desses casos está ocorrendo isomeria de cadeia, logo a identificação do aluno está incorreta, visto que na isomeria de cadeia ocorre a mudança da classificação da cadeia. Na justificativa dada pelo aluno, também há erros conceituais.

Como mencionado por Silva e Silva (2007) e Correia e colaboradores (2010), as principais dificuldades apresentadas por parte dos alunos no estudo da isomeria também se relaciona com a representação das fórmulas estruturais e das teorias que embasam a construção das estruturas, como, por exemplo, as ligações químicas. Dessa forma, neste estudo foi possível evidenciar tais dificuldades em algumas das repostas apresentadas. Um aspecto importante a ser destacado, possibilitado pela análise realizada, é que dificuldades com conceitos iniciais do estudo de Química Orgânica, tais como classificação de cadeias carbônicas, compreensão e identificação de radicais e grupos funcionais, podem acabar dificultando o entendimento da classificação de isômeros planos.

É preciso destacar que a atividade de confecção das estruturas e a posterior discussão mediada pela estagiária contribuíram para minimizar algumas dificuldades dos alunos, como: ligar os átomos de acordo com o número de ligações que cada um faz, reconhecer grupos funcionais, identificar ramificações, classificar cadeias, entre outras. Além de lembrar esses conceitos que já haviam sido abordados, os alunos puderam compreender alguns conceitos de isomeria que explicam a existência de diferentes compostos com mesma fórmula molecular. Isso pode ser verificado pelo número de respostas alocadas nas categorias C1, tanto para a primeira quanto para a segunda questão.

Isso também pode ser verificado quando comparadas as respostas apresentadas pelos alunos para o problema da fragrância no início e ao final da sequência de ensino. Ideias inicialmente explanadas para explicar a diferença de cheiro entre as substâncias foram reformuladas com base na teoria dos compostos isômeros, apresentada e discutida ao longo das aulas, como se pode observar nas respostas: "*Pois o composto dentro do frasco era um composto isômero, que são aqueles compostos que a fórmula molecular forma mais de um composto*"; "*Talvez tenha ocorrido uma isomeria de função (mudança da posição de um composto dentro da cadeia) fazendo assim ocorrer a mudança do composto causando o mau odor*".

Mesmo apresentando algumas limitações conceituais, as respostas indicam que os alunos compreenderam que a situação da fragrância pode ser explicada com base no conceito de isomeria. Com base nas ideias de Sanmartí e Garcia (1999), entendemos que houve um momento de (re)significação dos seus modelos interpretativos iniciais devido à possibilidade de externá-los, discuti-los e contrapô-los com os dos colegas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscamos analisar as concepções de alunos do Ensino Médio acerca de isômeros planos a partir de interpretações das relações existentes entre as cadeias carbônicas. Para tal, elaboramos e desenvolvemos uma sequência de ensino, pautada na abordagem dos três momentos pedagógicos, em uma turma de 3º ano de uma escola pública da cidade de

Londrina, e coletamos os dados mediante respostas fornecidas pelos alunos a algumas atividades propostas.

No primeiro momento foi proposta uma situação problema que envolvia o conceito de isomeria aplicado ao desenvolvimento de uma fragrância, com o objetivo de problematizar o conceito em questão. No segundo momento, os alunos construíram, com o auxílio de bolas de isopor e palitos de madeira, diferentes fórmulas estruturais. O objetivo dessa atividade estava em construir com os alunos o conceito de isomeria. Na terceira etapa, com base no que haviam discutido em aulas anteriores, os alunos responderam a duas questões, que foram analisadas e interpretadas neste estudo.

Diante das análises realizadas, constatamos que, embora a maioria dos alunos tenha respondido corretamente as questões (para a questão 1, 8 das 12 respostas foram alocadas na categoria C1 – compreensão do conceito de isomeria e, para a questão 2, 11 respostas foram classificadas como corretas e alocadas na categoria C1), foi possível observar, ainda, algumas dificuldades recorrentes, tais como: classificar cadeias carbônicas, reconhecer a hidroxila como grupo funcional e não como ramificação, identificar a fórmula molecular dos compostos e montar as estruturas com base no número de ligações de cada átomo, princípios básicos da Química Orgânica necessários ao entendimento dos conceitos envolvidos no estudo da isomeria plana.

No que diz respeito às aprendizagens construídas pelos alunos, destacamos que a implementação da Sequência Didática foi promissora no que diz respeito à abertura fornecida para eles apresentarem suas ideias prévias acerca do tema estudado, levantarem questionamentos, exporem suas dúvidas e dificuldades e participarem de forma ativa da construção das estruturas e do agrupamento e classificação das mesmas em pares de isômeros. Embasada em um modelo de ensino construtivista, no qual o aluno tem a possibilidade de reconstruir suas ideias no sentido da construção de novos conhecimentos, destacamos que o momento de montagem das cadeias foi de extrema riqueza em termos de discussão conceitual, uma vez que foram surgindo questionamentos acerca da fórmula molecular do composto, número de ligações que cada átomo faz, a forma como os átomos poderiam estar dispostos na cadeia e dos tipos de ligação que poderiam compor a estrutura.

No que concerne às dificuldades evidenciadas neste estudo e em outros já presentes na literatura da área, ressaltamos a necessidade de um (re)pensar nas estratégias de ensino utilizadas pelos professores, bem como a importância de tornar claros alguns conceitos centrais de Química Orgânica que se tornam basilares no estudo de conceitos seguintes, tais como: identificação da fórmula molecular dos compostos, identificação e classificação da cadeia carbônica, conhecimentos das diferentes funções orgânicas e ligações químicas.

Por fim, destacamos que se encontra na literatura uma ampla gama de estudos e propostas metodológicas para o ensino de isomeria óptica (CORREA et al., 2010; RAUPP et al., 2009; RAUPP et al., 2010). Entretanto, no que diz respeito ao estudo da isomeria plana, tema pouco explorado, além da necessidade de se propor estratégias que favoreçam a aprendizagem deste conteúdo, evidenciamos ainda a importância de serem realizados estudos acerca das aprendizagens e dificuldades dos alunos sobre os isômeros planos que apresentem resultados pertinentes à prática docente de professores de Química.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

CAPPELLE, Mônica Carvalho Alves; MELO, Marlene Catarina de Oliveira Lopes; GONÇALVES, Carlos Alberto. Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 5, n.1, p. 69-85, 2003.

CORREIA, Maria Emanuella Amâncio; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de Freitas; FREITAS, Jucleiton José Rufino de Freitas, FREITAS FILHO, João Rufino. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos alunos do ensino médio e evolução conceitual. **Revista Ensaio**, v.12, n.02, p.83-100, 2010.

DELIZOICOV, Demétrio. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal**. 1982. Dissertação (Mestrado em Ensino de ciências) -Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, Marines Verônica; PANIZ, Catiane Mazocco; MUENCHEN, Cristiane. Os Três Momentos Pedagógicos em consonância com a Abordagem Temática ou Conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o Ensino de Ciências da Natureza. **Ciência e Natura**, v.38, n.1, 2016, p. 513 – 525.

FREIRE, Paulo Reglus Neves. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. Momentos pedagógicos e as Etapas de Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v.31, n.3, p. 198-202, 2009.

MARENGÃO, Leonardo Santiago Lima. **Os três momentos pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos alunos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2012.

MUENCHEN, Cristiane. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre as práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2010.

PERUZZO, Francisco Maragaia; CANTO, Eduardo Leite. **Química na abordagem do cotidiano**. 3 ed. v.3. São Paulo: Moderna, 2003.

POZO, Juan Ignácio; CRESPO, Miguel Angel Gomez. **Aprendizagem e o ensino de ciências**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAUPP, Daniele; SERRANO, Agostinho; MOREIRA, Marco Antonio. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 65-78, 2009.

RAUPP, Daniele; SERRANO; MARTINS, Tales Leandro Costa; SOUZA, Bruno Campello. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 18-34, 2010.

SANMARTÍ, Neus; GARCIA, Pilar. Interrelaciones entre los enfoques curriculares CTS y los enfoques de la evaluación. **Pensamiento Educativo**, v. 25, p. 265-298, 1999.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. **Química Cidadã**. 2. ed. v.2. São Paulo: AJS, 2013.

SILVA, Eliene Sousa. **A utilização de modelos analógicos como metodologia inovadora para o conteúdo de isomeria**. 2014. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2014.

SILVA; SILVA. Dificuldades de aprendizagem no ensino da isomeria para alunos do ensino médio. In: XLVII Congresso Brasileiro de Química, 2007. Natal. **Anais...** Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

SOBRAL, Ana Carolina Moura Bezerra; Teixeira, Francimar Martins. Conhecimentos prévios: investigando como são utilizados pelos professores de ciências das séries iniciais do ensino fundamental. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

SOLOMONS, T.W Graham. **Química Orgânica**. 7. ed. v.1. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

SOUZA, Vinícius Catão Assis. Utilização de modelos e modelagem na educação contemporânea: (re)pensando a interlocução do ensino de Ciências da Natureza em um novo contexto de aprendizagens. **Revista Interlocução**, v.1, n.1, p.19-29, 2009.

URQUIZA, Marconi de Allbuquerque; MARQUES, Denilson Bezerra. Análise de conteúdo em termos de Bardin aplicada à comunicação corporativa sob o signo de uma abordagem teórico-empírica. **Entretextos**, v. 16, n.1, p.115-144, 2016.