

## MODELOS ANALÓGICOS UTILIZADOS POR PROFESSORES DE QUÍMICA NO ENSINO DA ISOMERIA (3D)

Analog Models Used by Teachers of Chemistry in the Teaching of Isomery (3d)

**Robson Oliveira Queiroz** [*robsonqueiroz.prof@gmail.com*]

*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Pernambuco, Campus Ipojuca*

**Analice de Almeida Lima** [*analice05@yahoo.com.br*]

*Universidade Federal Rural de Pernambuco - PRPPG/PPGEC [www.ppgec.ufrpe.br]*

*Recebido em: 26/07/2022*

*Aceito em: 28/02/2023*

### Resumo

Esta pesquisa buscou analisar o modo como um grupo de três professores de Química de uma instituição federal de ensino ministrou um conteúdo de natureza bastante abstrata, a isomeria (3D). A análise envolveu a determinação dos modelos de ensino por meio da utilização de analogias, usadas pelos professores. As aulas foram observadas por meio da filmagem por um agente terceiro e posteriormente foram transcritas. Para análise de dados, fundamentou-se na metodologia de uso racional das analogias conhecida como Teaching With Analogies (TWA). Os resultados indicaram que os professores fazem uso de três tipos de modelos analógicos: o concreto, o operacional e o modelo com múltiplas analogias sendo que os professores utilizam os modelos de uma forma espontânea, não crítica.

**Palavras-chave:** Formação de professores. Modelos de ensino. Analogias.

### Abstract

This research sought to analyze how a group of three Chemistry teachers from a federal educational institution taught content of a very abstract nature, the isomerism (3D). The analysis involved the determination of teaching models through the use of analogies, used by teachers. The classes were observed through filming by a third party agent and were later transcribed. For data analysis, it was based on the rational use of analogies methodology known as Teaching With Analogies (TWA). The results indicated that the teachers make use of three types of analogical models: the concrete, the operational and the model with multiple analogies, and the teachers use the models in a spontaneous, non-critical way.

**Keywords:** Teacher's formations. Teaching models. Analogies.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a escola necessita de profundas mudanças que envolvem de um lado seus programas obsoletos e pouco atrativos e de outro a questão do processo de ensino, no qual os professores precisam refletir sobre a sua prática, renovando-a e aprimorando-a, com o intuito de possibilitar que os alunos adquiram resultados relevantes no processo de aprendizagem. Uma boa aprendizagem em Química possibilita ao indivíduo uma melhor interpretação do mundo (WARTHA, et al, 2013). Isto permite que ele possa atuar de forma ativa e consciente sobre a natureza e a sociedade, modificando-as e modificando-se. A falta de contextualização na Química também tem sido um dos motivos para a dificuldade de aprendizado desta ciência por parte dos alunos (BRASIL, 2000).

Para o professor, no que se refere a adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências, “é preciso [...] conhecer a importância que possuem, isto é, na construção dos conhecimentos científicos, no ambiente da sala de aula e no das escolas, nas expectativas do professor e no seu compromisso pessoal com o progresso dos alunos etc” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1992, p.33). No ensino de Química, utiliza-se uma linguagem própria para a representação do real, por meio de símbolos, fórmulas, convenções e códigos. Neste processo, torna-se necessário que o aluno desenvolva competência adequada para reconhecer e saber utilizar tal linguagem. Por isso, é importante a utilização de instrumentos que desenvolvam no aluno habilidades cognitivas para compreensão dos fenômenos químicos na dimensão microscópica e macroscópica. Segundo Giordan (1999, p. 47), “trata-se de conferir certa concretude à representação molecular, necessária ao engajamento do sujeito no processo de transição de um nível concreto para um nível formal de pensamento”. Tais instrumentos servem como reforço para facilitar a transição entre o abstrato e o concreto e são de suma importância no ensino de Química.

Os modelos didáticos propostos pelos professores de Química em sala de aula, com o objetivo de tornar as aulas atrativas e adequadas para promoção de discussões sobre determinados temas que são de difícil entendimento por envolver, por exemplo, a necessidade de imagens para a sua compreensão, analogias, e algumas vezes, metáforas, transpondo os alunos de um plano abstrato a um plano concreto, retornando ao abstrato, exercem papel importante na abordagem de conteúdos de Química, sendo tais modelos muitas vezes representados por analogias. Segundo Ferreira e Justi (2008, p.32):

*Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização, fundamentar elaboração, para teste de novas ideias e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado.*

De acordo com Gil-Pérez e Carvalho (1992, p.50), “a atividade de uma professora ou de um professor vai muito além do ato de ministrar aulas”. Ao propiciar atividades levando-se em consideração um caminho que esteja de acordo com uma proposta inovadora de ensino, como a elaboração e utilização de um modelo, fará com que o professor ou a professora saia de sua zona de conforto e passe a considerar referenciais importantes no desenvolvimento do processo de ensino. Ao propor, por exemplo, um modelo didático na abordagem da isomeria

(3D)<sup>1</sup>, o professor mostra-se envolvido no processo de aprendizagem e em condições de suplantarem o método tradicional, encarando de vez uma proposta inovadora, sendo a compreensão dos processos de produção de conhecimento e dos modelos elaborados nesse contexto, necessários para a promoção de um aprendizado eficiente, isto é, um aprendizado no qual o aluno estabeleça relações entre o que está aprendendo e o que já sabe, favorecendo a transposição de um dado conhecimento para outros problemas e situações (FERREIRA; JUSTI, 2008).

Uma formação docente melhor qualificada é a que motiva a análise da prática docente. Lembremos que em geral, se detecta uma rejeição tanto dos professores em formação quanto daqueles em exercício frente a questões teóricas, considerando que não é essencial, por exemplo, ter e usar conhecimentos de psicologia da aprendizagem (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993). Uma forma de diagnosticar as necessidades da formação docente, especificamente de Química, está em procurar respostas a questões relacionadas à prática de sala de aula envolvendo conteúdos que são de um grau de abstração elevado, conteúdos estes tratados, muitas vezes, de uma forma simplista, sem levar em consideração a problemática que é a obtenção de modelos adequados para o ensino destes, como o estudo da isomeria (3D).

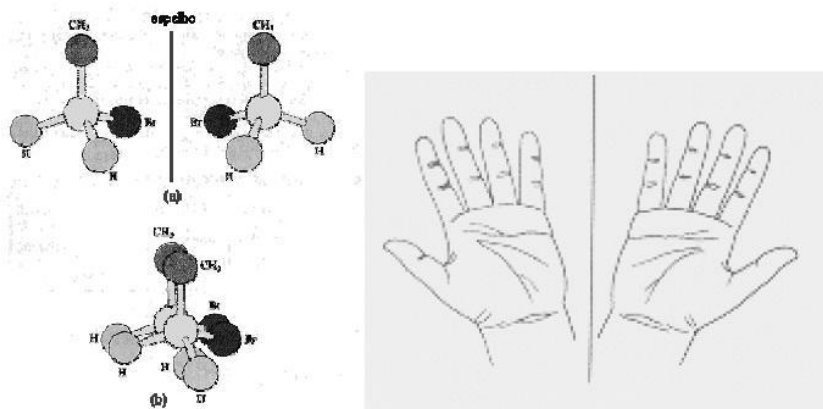
Quando compostos químicos diferentes apresentam a mesma fórmula molecular, ocorre o fenômeno da isomeria. Os compostos são chamados de isômeros. Assim, "isomeria" é o fenômeno pelo qual dois ou mais compostos de mesma fórmula molecular diferem entre si, devido à diferente distribuição dos átomos na molécula. Cada um dos compostos é isômero do outro (AMARAL, 1985, p. 21).

Em muitos casos não é possível apenas com a fórmula estrutural o julgamento da presença ou não de isômeros e sendo assim, é necessário recorrer-se a estruturas espaciais ou é preciso visualizar espacialmente as moléculas. Nesses casos, denominamos a isomeria de estereoisomeria ou isomeria espacial ou configuracional ou isomeria (3D). Recorre-se a estruturas espaciais, as quais são diferenciadas pela configuração relativa dos átomos e que não é perceptível nas estruturas planas.

Como está indicado na figura 1, as moléculas são imagens uma da outra no espelho plano, entretanto, são diferentes e portanto, estereoisômeros. Estas moléculas são figuras semelhantes à mão e são denominadas de quirais (que significa mão). Esta é uma analogia clássica no estudo da isomeria (3D), significando que as moléculas são "semelhantes" à mão.

---

<sup>1</sup> Isomeria (3D) é a denominação dada a estereoisomeria ou isomeria configuracional ou ainda também denominada de isomeria espacial em alguns trabalhos envolvendo a utilização do computador para o ensino de isomeria como desenvolvido por Raupp, Serrano e Moreira (2009).



**FIGURA 1:** Representações de estereoisômeros. A molécula objeto e a molécula imagem (a) não são idênticas, pois a prova é o fato de não serem superponíveis (b). Uma analogia utilizada em livros didáticos é a mão (quiral) direita e a esquerda, que também representam figuras cujo objeto e a imagem não são idênticas (c), porque não são superponíveis.

**Fonte:** Disponível em (<http://www.iqsc.usp.br/docentes/janete/quimica/?id=pagi27.html>/24.03.2014).

Os modelos didáticos, por sua vez, se constituem na aplicação de certos conhecimentos de forma racional, não aleatória, como as analogias. A partir da observação na articulação que o professor faz para utilizar os modelos didáticos no ensino da isomeria (3D), pode-se propor na formação desses professores ações que contribuam na aquisição de saberes necessários à sua profissionalização (QUEIROZ, 2015).

Uma das formas de entender o que seja um modelo seria perceber que o mesmo pode ter vários significados como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é elaborado com um propósito específico, dentre muitos como para facilitar uma visualização; fundamentar a elaboração e teste de novas ideias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado. “Assim, um modelo não é uma cópia da realidade, muito menos a verdade em si, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações pessoais desta” (FERREIRA; JUSTI, 2008, p.32).

Em relação ao ensino de Química, tal aspecto adquire uma importância maior em função do nível de abstração envolvido tanto nas entidades que são modeladas quanto nos processos de entendimento de tais modelos. Não é simples a elaboração de um modelo didático de ensino, pois estes modelos devem levar em consideração fatores como conhecimento prévio dos alunos e modelos já aceitos que são denominados de modelos consensuais. Um modelo de ensino então representa uma maneira diferente de apresentar um modelo consensual e não simplesmente uma simplificação do mesmo (JUSTI, 2006).

Um tipo de modelo didático utilizado, muitas vezes, de forma espontânea ou não, por professores de Química são as analogias utilizadas comumente no ensino de ciências e que se constituem nos próprios modelos. A analogia não pressupõe igualdade simétrica, mas uma relação usada com a finalidade de esclarecer o desconhecido a partir do que se conhece (DUARTE, 2005). Dessa forma, a analogia pode ser definida como uma comparação entre dois domínios que asseguram algumas correlações (JUSTI, 2006). A utilização das analogias é inerente ao ensino das ciências em geral, como na Química, e se constitui em um importante recurso que deve ser utilizado de forma racional para evitar o surgimento de obstáculos para

o desenvolvimento cognitivo do aluno e, se utilizada dessa forma, passa a se constituir num modelo analógico.

As analogias são utilizadas naturalmente no ensino de Química. De forma mecânica ou involuntária as analogias são instrumentos presentes em sala de aula, constituindo-se como um recurso didático importante no contexto de ensino, se utilizadas por professores para fazer com que os alunos compreendam mais rapidamente os conteúdos vivenciados, ou aquelas criadas pelos próprios alunos, para mais facilmente assimilarem tais conteúdos, principalmente aqueles mais abstratos como o equilíbrio químico e a isomeria (3D). Essas analogias podem ser consideradas como *modelos de ensino*, isto é, representações criadas com o objetivo de ajudar os alunos a aprender aspectos do conteúdo ensinado (GILBERT; BOULTER, 1995).

Entretanto, seria importante para uma melhor avaliação crítica sobre as analogias, compreendermos a distinção entre modelo e analogia. É bom destacar que frequentemente são usadas as metáforas ao invés das analogias. Vejamos estes três conceitos e assinalemos suas diferenças. Godoy (2002) sugere que a analogia é uma habilidade que reconhece que uma coisa *é como* outra coisa. É sobre o elemento de conexão *é como* que recai a substancial diferença entre analogia e metáfora, embora encontremos em alguns estudos esses termos qualificados como sinônimos.

Para Ferraz e Terrazzan (2003, p. 214), “embora a metáfora se imponha mais pelo que sugere do que pelo que expressa, é mais sintética enquanto que a analogia é mais sistemática”. Ainda nesse contexto, Godoy (2002, p. 224) sugere que

*Nas metáforas há uma transferência onde são transferidos todos os significados de alfa para beta. Em uma metáfora dizemos que “alfa é beta”, de maneira que alfa é utilizado para enriquecer o significado associado a beta. Na analogia dizemos que “alfa é como beta”, a correspondência entre alfa e beta é só parcial, restringe-se a um só aspecto.*

Na analogia a relação entre os dois domínios é feita de forma explícita. Já na metáfora, qualquer elemento de conexão é omitido, transformando o que era relativo em identidade. Existem vários autores que declinam comparações entre analogias e metáforas. Vejamos o que diz Mól (1999, p. 143):

*[...] os conceitos de analogia, metáfora e modelo são empregados na literatura científica, mas sem uma boa distinção entre eles [...]. Nossa intenção com esse trabalho é apresentar uma proposta de sistema conceitual que possibilite definições mais precisas, no contexto do ensino de Ciências, de cada um dos referidos conceitos e de outros relacionados. Pretende-se também que fiquem claras as relações existentes entre os conceitos.*

No caso dos modelos, sendo um modelo uma representação de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema, e modelagem como sendo o processo de construção de modelos, Krapas et al (1997) define cinco categorias de modelos, que seguem com uma explicação abreviada: (1) *Modelo mental* - é o modelo pessoal; (2) *Modelo consensual* - é o modelo formalizado rigorosamente; (3) *Modelo pedagógico* - é o modelo construído com o propósito de promover a educação; (4) *Meta-modelo* - objetivo de compreender/explicar o processo de construção e funcionamento de modelos consensuais ou de modelos mentais; (5) *Modelagem como objetivo educacional* - construir modelos como propósito central do ensino de ciências.

O nosso foco se refere aos “modelos” encarados na dimensão da didática das ciências, na *dimensão do ensino de ciências em si*, um instrumento presente na sala de aula, servindo como intermediário direto entre o objeto em estudo e o sujeito aprendiz, promovido pelo professor como facilitador do aprendizado. A atividade de elaborar modelos permite ao aluno visualizar conceitos abstratos pela criação de estruturas por meio das quais ele pode explorar seu objeto de estudo e testar seu modelo, desenvolvendo conhecimentos mais flexíveis e abrangentes (CLEMENT, 2000).

Sendo assim, a presente pesquisa foi realizada com o objetivo de contribuir para a formação de professores, uma vez que se trata de observar e questionar a forma como professores de Química atuam em sala de aula. Algumas pesquisas relacionadas às dificuldades de representação espacial, inerente ao ensino da isomeria (3D), referem-se ao caráter visuo espaciais das moléculas. Podemos citar com relação a este tema: Gabel et al (1987); Johnstone (1993); Wu et al (2001); Melo e Santos (2013); Krajcik (2012); Bem-Ziv et al (1986).

Destacamos que a utilização das analogias como modelos de ensino vêm sendo pesquisado e testado como, por exemplo, o trabalho de Harrison e Treagust (1993), os quais reformularam e aprimoraram um modelo proposto por Glyn et al (1991), através de um estudo de caso. Em nossa pesquisa, como ancoradouro na compreensão da prática profissional dos professores, utilizamos como aporte metodológico a TWA (*Teaching With Analogies*), metodologia desenvolvida por Harrison e Treagust (1993), como referencial, com o objetivo de respondermos à questão de pesquisa a seguir, a qual estava relacionada com os modelos utilizados na forma de analogias por professores de Química, em atividade na sala de aula, no ensino da isomeria (3D).

*Quais os principais modelos didáticos, na forma de analogias, utilizados por professores de Química ao ensinarem a isomeria (3D)?*

Muitos pesquisadores têm se debruçado no estudo da formação de professores (ARAÚJO e JUNIOR, 2022), (COSTA, KALHIL e TEIXEIRA, 2015), (COSTA MOURÃO e GHEDIN, 2019), (PAULA, GUIMARÃES e SILVA, 2018), (ROCHA, ALTARUGIO e SILVA MALHEIRO, 2018) e (SOUZA et al, 2018), o que proporcionou uma vasta e variada produção intelectual que aborda desde o histórico até propostas inovadoras de formação docente. Entretanto, o professor ainda se vale de uma prática pouco sistematizada baseada muitas vezes em sua intuição e percepção incompleta de ensino ao se defrontar em seu processo na sala de aula. Apesar de perceber com um pouco mais de clareza quando um resultado de aprendizado é ou não satisfatório, aquilo que os professores nem sempre conseguem é compreender o que produziu esse resultado e, conseqüentemente, quais estratégias e atitudes deverá adotar para na continuidade das suas aulas, aproximar os resultados à meta almejada (PACCA, 1992).

De acordo com Romanelli (1996, p. 27), “a escola é o lugar eleito socialmente para a construção de tipos específicos de conhecimento, e a ação docente se configura como uma atividade humana transformadora”. Portanto, o professor precisa focar sua atenção em novas metodologias que promovam o aprendizado de forma dinâmica, não retrógrada e com eficiência.

Há, também, mais pesquisas sobre alguns aspectos da formação de professores de Química, como indicadas por (SCHNETZLER e ANTUNES-SOUZA, 2019; COSTA



MOURÃO e GHEDIN, 2019; LIMA e LEITE, 2018; MORAIS e SOUZA, 2020; SANTOS CARVALHO e ARAÚJO, 2020). Com o objetivo de contribuir para uma formação melhor dos professores de Química nos cursos de licenciatura, pode-se abordar alguns aspectos da formação desses professores nesses cursos, por exemplo, escolhendo-se eixos temáticos adequados para isto, como a experimentação investigativa. Em algumas pesquisas, verificou-se também, a pouca ou nenhuma participação dos professores na construção dos currículos o que, trará dificuldades em organizar adequadamente o conhecimento químico com o fazer pedagógico, onde supervalorizam os componentes de conhecimentos químicos em detrimento de disciplinas que tratam do ensino da química.

Ressaltamos também, que para Perez e Aguado (2003), a formação dos professores no ensino básico, em especial, deve passar pela caracterização dos modelos de ensino pessoais desses professores que já possuem concepções definidas e, portanto, resistentes à mudanças. Buscando subsidiar as respostas dadas por estas pesquisas, foi que nos propomos a mais esta investigação sobre a ação dos professores, pautado em uma pesquisa qualitativa, por meio do estudo de três casos conforme metodologia a seguir.

## **METODOLOGIA**

Este artigo foi elaborado com base em uma pesquisa qualitativa relativa à prática de um grupo de professores de Química em exercício quanto à utilização de analogias como modelos didáticas no estudo da isomeria (3D). A abordagem metodológica utilizada foi o *Estudo de Caso*, uma vez que se enquadra nos pressupostos que sustentam a pesquisa. Esse tipo de pesquisa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos relacionados à educação e especificamente a atuação do professor em sala de aula.

O estudo de caso, de acordo com Yin (1994), é uma abordagem que se adapta à investigação em educação, quando o investigador é confrontado com situações complexas, de tal forma que dificulta a identificação das variáveis consideradas importantes, quando o investigador procura respostas para o “como?” e o “por quê?”, quando o investigador procura encontrar interações entre fatores relevantes próprios dessa entidade, quando o objetivo é descrever ou analisar o fenômeno, a que se acede diretamente, de uma forma profunda e global, e quando o investigador pretende apreender a dinâmica do fenômeno, do programa ou do processo. Portanto, uma das prerrogativas importantes para o estudo de caso é a escolha do ou dos casos, inseridos naquilo que se deseja extrair como resultado.

### **1. O Contexto da Pesquisa**

A presente pesquisa foi realizada envolvendo três professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), que consiste em uma instituição de ensino em três modalidades, o médio, o técnico e o superior. No campus de Ipojuca do IFPE, o qual se escolheu os sujeitos de pesquisa, há o Curso Técnico em Química e a Licenciatura Plena em Química, entre outros. Um total de 12 professores de Química estão envolvidos nos processos de ensinar componentes curriculares relacionados com a Química nesses dois cursos. Nesse grupo de 12 professores, a formação é diversificada, sendo que 6 são engenheiros, 5 são licenciados, e 1 é professor formado em química industrial e licenciatura em química. Desses, 5 são mestres, 4 são doutores, 1 é especialista e 2 têm apenas graduação.

Os alunos do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), campus de Ipojuca, são alunos oriundos, em sua maioria, da escola pública, uma vez que a formação técnica é muito procurada e que permite a esses alunos um acesso mais imediato ao mercado de trabalho.

### 1.1 Os Sujeitos de Pesquisa

Os sujeitos de pesquisa foram selecionados entre os 12 professores de Química do IFPE, Instituto Federal de Pernambuco campus de Ipojuca. São três professores de Química que lecionam neste Instituto, os quais passaram a ser denominados de **P1**, **P2** e **P3**. Entre esses três professores, dois são Licenciados em Química, P1 e P2, um especialista e um mestre, e o terceiro, P3, é Engenheiro Químico, com doutorado. Todos possuem experiência em sala de aula. O quadro 1, a seguir, apresenta algumas características desses docentes. Assim, com os perfis desses docentes, importantes para a compreensão dos sujeitos envolvidos nesta pesquisa, destacamos características que, de certa forma, são importantes no estudo realizado.

#### QUADRO 1

Características dos professores envolvidos na pesquisa como sujeitos de pesquisa

Professor	Tempo de Ensino	Formação Acadêmica	Nível em que Atua
<b>P1</b>	29 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui Licenciatura Plena em Química;</li> <li>• Possui Especialização no Ensino de Ciências.</li> </ul>	Ensino Médio e Técnico.
<b>P2</b>	13 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui Licenciatura Plena em Química;</li> <li>• Possui Mestrado na área de Química Aplicada;</li> <li>• Faz doutorado na mesma área.</li> </ul>	Ensino Médio, Técnico e Superior: (Licenciatura em Química)
<b>P3</b>	15 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É formado em Engenharia Química;</li> <li>• Possui Mestrado na área de Química Aplicada;</li> <li>• Possui doutorado na mesma área.</li> <li>• Fez pós-doutorado na mesma área.</li> </ul>	Ensino Médio, Técnico e Superior: (Licenciatura em Química)

Fonte: O Próprio autor

A escolha desses três docentes foi baseada nas características, apresentadas por cada um, como mostradas no quadro 1, pois, são professores de química experientes, apresentam formações continuadas diferentes, e as próprias formações iniciais em graduações diferentes. No entender de Triviños (1987), a pesquisa qualitativa apresenta algumas características como, ambiente natural como fonte direta de dados e utilização de procedimentos descritivos da realidade estudada, entre outras. O que procuramos obter com a escolha desses três docentes para sujeitos de pesquisa, foi uma amostra heterogênea para a pesquisa, tentando



observar dentro de um mesmo grupo, uma amostra capaz de revelar pormenores da profissão de professor de Química até então não observados.

## 1.2 O Instrumento de Pesquisa e a Análise Empírico-Interpretativa

Na presente pesquisa foi utilizado a técnica de coleta de dados, que é a *Observação das aulas dos professores em sala de aula, através da filmagem das aulas ministradas pelos professores, sujeitos da pesquisa*.

A aplicação desse instrumento tem como objetivo permitir o confronto entre a prática de sala de aula e as ideias apresentadas pelos professores sobre a utilização de modelos didáticos, na forma de analogias, no ensino da isomeria (3D). Analisar os dados coletados em uma pesquisa qualitativa representa obter significados após interpretação, sempre visualizando o problema de pesquisa (SERRANO, 1998). Na pesquisa qualitativa, a coleta e análise dos dados devem ser processos simultâneos e, portanto, fizemos uso dos seguintes momentos para proceder à análise dos dados coletados (CRESWELL, 2007):

- *Organização e preparação dos dados da análise:* após a observação das aulas dos professores **P1**, **P2** e **P3**, foram feitas a transcrição primeiramente, organizando segundo trechos que se relacionam com o referencial metodológico, a TWA. A partir daí formaram-se três quadros, sendo para cada professor um quadro referente às observações das aulas em função da TWA.
- *Leitura atenta de todos os dados coletados, revendo os registros elaborados:* procuramos obter o sentido geral das informações coletadas, buscando elaborar uma reflexão sobre o sentido global do que foi coletado em relação ao problema da pesquisa;
- *Percepções após análise:* procedemos ao estudo detalhado dos dados, tais como se mostraram em seu conteúdo manifesto (análise empírica), procurando, na diversidade dos dados obtidos, significados a partir da nossa percepção e dos referenciais teóricos da pesquisa (interpretação).

Após organizarmos os dados, passamos a atribuir significados, dialogando com alguns autores, estabelecendo uma relação, portanto, entre os dados coletados, a revisão bibliográfica e a visão do pesquisador. Para Minayo (2011) trata-se, portanto, de uma análise *empírico-interpretativa*.

### 1.2.1 Sobre a Técnica de Observação

“A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar” (LAKATOS;

MARCONI, 2003, p. 189). Na nossa pesquisa, utilizou-se uma máquina de filmagem para observação das aulas por um agente terceiro, que não era professor de Química, com o objetivo de evitar a influência dos pares, o que poderia contaminar os dados a serem observados.

Os professores P1, P2 e P3 ministraram as aulas, duas no total para cada um, de isomeria (3D), dividindo o conteúdo da forma como está indicado na tabela 1 abaixo:

**TABELA 1**  
Conteúdos vivenciados nas aulas dos professores P1, P2 e P3

<b>Professor</b>	<b>1ª aula/45 minutos</b>	<b>2ª aula/45 minutos</b>
P1	Isomeria Geométrica	Isomeria Ótica
P2	Aspectos relacionados com a luz	Isomeria Ótica
P3	Isomeria Geométrica	Isomeria Ótica

Fonte: O Próprio autor

## 2. O Referencial Metodológico

Para análise das transcrições das falas dos professores utilizamos o Modelo TWA (Teaching With Analogies) como referencial metodológico, visando a extração dos modelos analógicos utilizados pelos professores.

### 2.1 O Modelo TWA (Teaching With Analogies)

O Modelo TWA (Teaching With Analogies) foi desenvolvido e testado pelos pesquisadores Harrison e Treagust (1993), em sala de aula, aplicando-o de forma sistemática, como nos passos propostos a seguir. Harrison e Treagust (1993) utilizaram uma analogia simples entre a alteração no movimento de rodas que passam de uma folha de papel para um tapete, alterando sua direção, e a refração da luz ao passar do ar para o vidro. Os resultados mostraram que a utilização do ensino por analogia é válida, mas que o professor deve estar atento às prováveis distorções que possam aparecer entre o análogo e o alvo. É exatamente nesse instante que surge a observação crítica do docente, e isto está diretamente relacionado com a sua formação.

Levando-se em consideração que a pesquisa de Harrison e Treagust (1993) em linhas gerais é semelhante à nossa, ou seja, um estudo de caso envolvendo as analogias, nos possibilitou, dentre tantos outros modelos de ensino, escolher a TWA. De acordo com a TWA, modelo proposto por Glynn (1991) e depois modificado por Harrison e Treagust (1993, p. 1293) deve-se seguir seis passos no desenvolvimento do ensino com a utilização de analogias, que são:

- Passo 1**- Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido. Fazer uma breve ou completa explicação dependendo de como a analogia será empregada.
- Passo 2** - Sugerir aos estudantes a situação análoga. Mediante discussões estimar a familiaridade dos estudantes com o análogo.
- Passo 3** - Identificar as características relevantes do análogo. Explicar o análogo e identificar suas características relevantes em uma profundidade apropriada com a familiaridade dos estudantes com o análogo.
- Passo 4** - Mapear as similaridades entre alvo e análogo. Os alunos auxiliados pelo professor identificam as características relevantes do conceito-alvo e estabelecem as correspondências com as características relevantes do análogo.

**Passo 5** - Identificar onde a analogia falha. Buscar concepções alternativas que os alunos possam ter desenvolvido. Indicar onde o análogo e o alvo não têm correspondência, apontando aos estudantes para desencorajar conclusões incorretas sobre o alvo.

**Passo 6** - Esboçar conclusões sobre o alvo. Organizar um relato resumido sobre os aspectos importantes do assunto-alvo.

Procurou-se associar os passos da TWA aos passos seguidos pelos professores ao ministrar suas aulas sobre a isomeria (3D) utilizando analogias. Assim, para cada passo da TWA buscou-se a ação executada pelo professor em sala de aula, destacando-se através da analogia qual seria o tipo de modelo utilizado naquele momento. Foi construído um quadro para cada professor, os quais são os quadros 2, 3 e 4, presentes no tópico 3 da metodologia.

## 2. Critérios para Análise dos Resultados

Para validar a credibilidade das nossas interpretações, recorreu-se a um ou a vários “protocolos de triangulação”. Segundo Denzin (1984), identificam-se quatro tipos de triangulação: (i) triangulação das fontes de dados, em que se confrontam os dados provenientes de diferentes fontes; (ii) triangulação do investigador, em que entrevistadores/observadores diferentes procuram detectar desvios derivados da influência do fator “investigador”; (iii) triangulação da teoria, em que se abordam os dados partindo de perspectivas teóricas e hipóteses diferentes; (iv) triangulação metodológica, em que para aumentar a confiança nas suas interpretações o investigador faz novas observações diretas com base em registros antigos, ou ainda procedendo a múltiplas combinações “inter metodológicas” (aplicação de um questionário e de uma entrevista semi-estruturada etc.).

Após a obtenção dos dados das observações das aulas, procedeu-se à análise desses dados através das discussões pertinentes. Aplicamos, de acordo com Denzin (1984), os *métodos de triangulação (i) e (iv)* citados anteriormente, para extração das ideias sobre os modelos analógicos utilizados pelos professores.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Echeverría et al, (2006, p. 308), sobre as características do “modelo didático tradicional”, os professores P1, P2 e P3 apresentaram aulas essencialmente “tradicionais”, nessa concepção, com algumas analogias utilizadas como modelo didático, o que é absolutamente normal nas aulas de ciências e de Química, especificamente.

### 3.1 Professor P1 – Observação das Aulas (Quadro 2)

#### QUADRO 2

Categorização das falas do professor P1 a partir da transcrição das aulas dadas em sala de aula

Observação das transcrições das aulas ministradas relacionadas ao:	Recortes das falas Professor P1
<b>Passo 1</b> Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido	<i>[...] Então nós vamos ver inicialmente a isomeria geométrica em compostos com ligação dupla. Vamos primeiro investigar a rotação impedida ao longo da ligação dupla entre carbonos. Trouxe aqui, algumas moléculas pra gente fazer um experimento aqui, e eu mostrar pra vocês aqui (“prof. segura os modelos nas mãos”).</i>
<b>Passo 2</b> Sugerir aos estudantes a situação análoga	<i>O presente modelo aqui, modelo de moléculas (“segura nas mãos”) é semelhante a esse aqui (“figura no quadro”). Ora, será que eu posso rotacionar, você percebe que é fácil, você pode rotacionar esses átomos em torno dessa ligação simples, ela permite a rotação! (“segura os modelos e mostra”)</i>
<b>Passo 3</b> Identificar as características relevantes do análogo	<i>Então eu posso dizer que essa molécula é igual a esta, ou seja, nós temos aqui a mesma molécula. OK! Então primeiro observamos esta rotação. Agora vamos ver uma outra situação em que eu tenho uma ligação dupla entre carbonos. Observe, eu posso rotacionar, nesses dois modelos aqui, esses dois átomos nesse modelo aqui? Não dá!</i>
<b>Passo 4</b> Mapear as similaridades entre alvo e análogo	<i>Vocês observam que eu tenho aqui, duas estruturas que representam a mesma fórmula molecular, a mesma massa molar, cinquenta e sete gramas por mol, só que eles apresentam ...ó o ponto de fusão dessa substância aqui!!</i>
<b>Passo 5</b> Identificar onde a analogia falha.	<i>Inconclusivo: Não foi possível tirar conclusões uma vez que o professor não utilizou as analogias de forma racional e, portanto, não houve uma discussão crítica sobre alguma restrição envolvendo as analogias.</i>
<b>Passo 6</b> Esboçar conclusões sobre o alvo	<i>Olha! Em algumas balas que imitam o sabor das frutas ácidas, é comum encontrarmos no rótulo a informação que contenha acidulante, esse código industrial designa uma substância conhecida como ácido o que? fumárico, nome trivial do isômero trans do ácido <b>butenodioico</b>. <b>Represente a estrutura desse isômero, trans-butenodioico. Olha gente, vamos lá!</b> (faz a estrutura no quadro)</i>

Fonte: O Próprio autor

O professor P1 introduz o conteúdo a ser estudado, ou seja, a isomeria (3D), no caso específico a isomeria geométrica, fazendo menção a utilização de modelo moleculares concretos que utilizará inicialmente como modelo analógico. Os alunos observaram algumas operações executadas com tais modelos. Esta passagem fica clara no trecho descrito no *passo 1*. A comprovação que os modelos de moléculas são análogo se dá no *passo 2* com a seguinte fala do professor: *[...] é semelhante a esse aqui [...]*.

Acrescentou “figuras ao quadro”, como complemento do análogo ou uma nova analogia. Para o professor P1, mesmo de forma inconsciente, este, de certa forma, segue um

caminho relacionado aos *passos 1 e 2* da TWA, utilizando modelos moleculares concretos e figuras de moléculas no quadro como análogo e utilizando mais de uma analogia (múltiplas analogias). No *passo 3* o professor vislumbra uma operação, “*girar os carbonos ligados por dupla ligação*”, objetivando fortalecer uma característica que as moléculas reais possuem, a da impossibilidade da rotação entre estes átomos de carbono, fato importante para compreensão da isomeria geométrica. Segundo Gilbert e Boulter (1995), um modelo também pode representar apenas um evento ou apenas uma ideia, e é este evento que está explicitado na fala do professor: *o evento, girar*.

As similaridades entre análogo e alvo estão indicadas quando o professor discute com os alunos a obtenção de algumas propriedades físicas, propriedades estas que podem ser obtidas pela avaliação da estrutura molecular (alvo), mas utilizando o análogo – *passo 4*. Neste momento, percebemos que não há preocupação nenhuma nas falas do professor com relação às divergências que possam o análogo apresentar com relação ao alvo. O professor tratou, de certa forma, o análogo como o próprio alvo. Isto é um reflexo do não cumprimento do *passo 5*, o qual é *inconclusivo*.

Veremos ao longo das análises que os professores (P1, P2 e P3) não têm a preocupação em discutir criticamente a analogia com relação ao alvo, fato relacionado ao uso espontâneo ou inconsciente destas. Segundo Ferraz e Terrazan, (2003, p. 215),

[...] os autores colocam que a melhor solução para a utilização de analogias, seria introduzir, aos professores e autores, uma estratégia para o uso dessas, sistematicamente, para explicar conceitos fundamentais de maneira que se tornem significativos para os estudantes. Esta é uma das perspectivas desta pesquisa.

Finalmente, as conclusões sobre o alvo ficam evidentes no *passo 6*, quando o professor cita uma substância do cotidiano e sugere aos estudantes que construam sua estrutura no quadro:

P2 - *Em algumas balas que imitam o sabor das frutas ácidas, é comum encontrarmos no rótulo a informação que contenha acidulante{...}*.

Assim, ele está avaliando se a analogia feita por ele surtiu efeito, o que só pode ser comprovado após o estudante realizar um experimento construtivo das moléculas: o professor disse [...] **represente a estrutura** [...]. Segundo Harrison e Treagust (1994), o uso de cada passo da TWA é importante, mas a ordem em que são usados depende do estilo de cada professor, da particularidade de cada conceito científico e do análogo que está sendo usado, como nesse caso.

Os modelos apresentados, os quais podem ser observados nas falas e “modos de agir” do professor P1 em sala de aula, conforme observações foram:

- (i) **Modelo analógico concreto**<sup>2</sup> – conhecido como modelo de bolas para as moléculas, servem para demonstrar o tamanho relativo dos átomos (bolas de tamanhos e cores diferentes) e as ligações entre estes – o professor explica os detalhes como se estivesse segurando a própria molécula;

P1: *Trouxe aqui, algumas moléculas pra gente fazer um experimento aqui, e eu mostrar pra vocês aqui!! (“prof. segura os modelos nas mãos”)*

---

<sup>2</sup> Esta denominação para o autor significa um modelo concreto baseado em analogia, como indicado em Justi, Mendonça e Oliveira (2006);

- (ii) **Modelo analógico operacional**<sup>3</sup>– quando o professor sugere realizar uma operação que até então o aluno não imaginava que fosse possível para uma molécula (girar um átomo em função do outro); na operação o professor utilizou uma estrutura análoga, ou uma figura análoga ou uma imagem que passou a ser o análogo.

*P1: Então vocês notam que essa estrutura é uma estrutura saturada, ou melhor, só apresenta ligações simples entre carbonos. O presente modelo aqui, modelo de moléculas (“segura nas mãos”) é semelhante a esse aqui (“figura no quadro”). Ora, será que eu posso rotacionar? você percebe que é fácil, você pode rotacionar esses átomos em torno dessa ligação simples, ela permite a rotação! (“Prof. segura os modelos e mostra”)*

- (iii) **Modelo com múltiplas analogias**<sup>4</sup>– quando o professor faz uso de várias analogias para conseguir explicar determinado conteúdo.

### 3.2 Professor P2 – Observação das Aulas (Quadro 3)

#### QUADRO 3

Categorização das falas do professor P2 a partir da transcrição das aulas dadas em sala de aula

Observação das transcrições das aulas ministradas relacionadas ao:	Recortes das falas Professor P2
<b>Passo 1</b> Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido	<i>É o seguinte pessoal lembra, na primeira parte a gente estudou a parte de isomeria geométrica ta? Agora a gente vai passar para isomeria óptica que também é outro tipo de isomeria espacial. Oh gente, quando a gente trata de isomeria óptica ta, totalmente a gente tem que falar um pouco sobre luz.</i>
<b>Passo 2</b> Sugerir aos estudantes a situação análoga	<i>[...] Então se você conseguisse vê um feixe de luz de frente você conseguiria vê algo mais ou menos assim, ou seja, vários planos perpendiculares entre si.</i>
<b>Passo 3</b> Identificar as características relevantes do análogo	<i>[,,] Mais a gente fala que uma substancia é opticamente ativa quando essa substancia ela é capaz de desviar o plano da luz polarizada, ou seja, se essa substancia ela desvia o plano da luz polarizada para o lado direito, ela recebe o nome de isômero dextrógiro. Se ela desvia o plano da luz polarizada para outro sentido ela vai receber o nome de outro isômero levógiro, ou seja, o plano da luz polarizada ela pode ser desviada para dois lados ta?</i>
<b>Passo 4</b> Mapear as similaridades entre alvo e análogo	<i>Inconclusivo: Nesse caso o professor não se preocupou em fazer tal mapeamento em momento algum, se restringindo a apresentação das analogias como que representassem o próprio alvo.</i>

<sup>3</sup> Esta denominação para o autor significa um modelo baseado em uma operação realizada utilizando-se uma analogia (ibid);

<sup>4</sup> Esta denominação é própria do autor e significa um modelo baseado em várias analogias (ibid);



<p><b>Passo 5</b></p> <p>Identificar onde a analogia falha.</p>	<p><i>Inconclusivo:</i> Não foi possível tirar conclusões uma vez que o professor não utilizou as analogias de forma racional e, portanto, não houve uma discussão crítica sobre alguma restrição envolvendo as analogias.</p>
<p><b>Passo 6</b></p> <p>Esboçar conclusões sobre o alvo</p>	<p><i>[...] A gente fala que uma substancia ela é opticamente ativa, quando ela possui um carbono, onde esse carbono é chamado de carbono quiral ou estereocentro tanto faz um nome ou outro. Bom, o que é o carbono quiral? Vamos lembrar aqui. Carbono ele faz quantas ligações? Quatro. Veja o que é o carbono quiral, faz quantas ligações? Quatro.</i></p>

**Fonte:** O Próprio autor

O professor P2 introduz o conteúdo a ser estudado, o de isomeria (3D), mais precisamente a isomeria ótica, fazendo menção à utilização de um conhecimento prévio, o conhecimento do que é a luz – *passo 1*. Já no *passo 2* da metodologia TWA o professor apresentou, não para o conceito alvo, que é a isomeria (3D) e sim para o conhecimento da luz comum, simbolizando que a luz é análoga a vários planos em sua propagação. Para o estudo da isomeria (3D), o professor P2 certamente não fez uma boa introdução, uma vez que aborda um conceito alternativo, porém, adicional ao conceito de isomeria (3D). Trata-se de um conceito complementar, necessário, ao se estudar a isomeria (3D). O *passo 3* da metodologia TWA é contemplado quando o professor apresenta uma característica importante da isomeria ótica:

*P2 disse: [...] substância, ela é capaz de desviar o plano da luz polarizada [...].*

Embora tenha começado a aula referindo-se a luz, análoga a um feixe de raios paralelos, apresentou uma propriedade relativa aos isômeros óticos, ou seja, desvio do plano da luz polarizada. Podemos utilizar isto como uma característica relevante do análogo, a luz, pois o desvio da luz polarizada serviria para diferenciar os isômeros óticos. Os *passos 4 e 5* são inconclusivos pois não se identificou trechos de fala que possam ser associados.

O *passo 6* da metodologia é identificado quando o professor utiliza o modelo de carbono quiral, semelhante à mão, para a explicação, por meio de uma demonstração do significado de tal carbono. Neste momento, este tira conclusões relativas ao estudo em questão e destaca a importância da quiralidade na isomeria (3D), especificamente a isomeria ótica.

Este fato é observado nas falas do professor P2, que mesmo de forma inconsciente utiliza-se do análogo para explicação de uma propriedade apresentada pelas substâncias, à isomeria (3D).

Destaca-se em nossas observações sobre a atuação do professor P2, a não análise crítica do uso das analogias, pois mesmo de forma inconsciente, este poderia ainda assim ser cauteloso, uma vez que de acordo com Duarte (2005), a analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, podendo não ocorrer um raciocínio analógico e a analogia pode não ser reconhecida como tal e apenas os aspectos positivos podem ser considerados. Foi exatamente por estes motivos, que os *passos 4 e 5* foram considerados inconclusivos para as ações e falas deste professor. Os modelos apresentados são os seguintes:

(i) **Modelo analógico concreto** – quando o professor explica o que é carbono quiral, este utiliza as moléculas no quadro e o modelo de bolas;

*P2: Veja o que é o carbono quiral, faz quantas ligações? [...] Pra esse carbono ele ser quiral eu tenho que ter esse substituto de A, diferente de B, diferente de C, diferente de D. Tudo bem? Como exemplo essa molécula aqui ô. Que é a molécula do ácido láctico. (“professor segura modelos de bolas e mostra”. Também mostra no “quadro”)*

(ii) **Modelo com múltiplas analogias** – quando o professor faz uso de várias analogias para conseguir explicar determinado conteúdo, que no caso ocorre quando o mesmo refere-se a luz: - luz como feixe de raios; - utiliza folha de papel para explicar a assimetria; - carbono quiral é aquele semelhante à mão.

*P2: O que significa ela ser assimétrica? Ela vai pela simétrica, ou seja, se você perceber ta?, essa folha aqui se ela tivesse todo branco ela aparenta simetria né? Ou seja, se eu rasgo ela no meio, essa parte é igual a essa aqui. (“professor segura uma folha de papel e mostra”)*

### 3.3 Professor P3 – Observação das Aulas

#### QUADRO 4

Categorização das falas do professor P3 a partir da transcrição das aulas dadas em sala de aula

Observação das transcrições das aulas ministradas relacionadas ao:	Recortes das falas Professor P3
<b>Passo 1</b> Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido	<i>[...] É o seguinte, primeiro vamos fazer uma revisãozinha sobre isomeria. O que é isomeria? Será que vocês estão lembrados o que é isso mesmo? O que é que são isômeros? Alguém sabe? Como é? [...]</i>
<b>Passo 2</b> Sugerir aos estudantes a situação análoga	<i>[...] a isomeria que é dita espacial gente, aí o nome já ta dizendo a gente só consegue identificar os isômeros se a gente estruturar no espaço como é que estão ligados os átomos entre si, né? <b>Aqui a gente não ta vendo como é que essa molécula é tridimensionalmente a gente ta vendo apenas uma linha só mais a gente sabe que na verdade a estrutura orgânica é bem mais complicada do que isso ela tem uma geometria tridimensional.</b> E aí a partir dessa geometria tridimensional a gente consegue identificar as isomerias espaciais. Tranquilo isso, até agora? Quantas isomerias espaciais nós temos, seriam isomeria geométrica, será que vocês lembram disso aqui? [...]</i>
<b>Passo 3</b> Identificar as características relevantes do análogo	<i>[...] Vamos pegar o CH<sub>2</sub>...CH<sub>3</sub> aqui em cima, Hidrogênio em baixo, outro CH<sub>3</sub> aqui e um Hidrogênio aqui, beleza? Bem quando desenha uma estrutura dessa maneira ele quer que concentre o carbono com dupla ligação. Carbono que tem dupla ligação, uma dupla e duas ligações simples vocês lembram qual é a ligação dele? A ligação dos carbonos é sp<sup>2</sup>, os dois carbonos são sp<sup>2</sup>, né? E aí quando esse carbono ta com essa ligação a geometria espacial mesmo desse carbono ela é uma geometria trigonal plana, ou seja, isso aqui é um triangulo, vou desenhar aqui, né? [...]</i>
<b>Passo 4</b> Mapear as similaridades entre alvo e análogo	<i>[...] E aí o que acontece nesse caso, nos temos uma coisa bem particular aqui, esses quatro ligantes do carbono CH<sub>3</sub>, hidrogênio, cloro e hidroxila eles são poucos o que? Poucos diferentes, né? Tudo aqui tá diferente né? Só tem o carbono no centro e tudo que tá ligado a ele é diferente. Então logo, essa estrutura, não sei se vocês lembram mais quando a gente coloca ligação desse jeito aqui ô, com esse triangulozinho cheio, essa estrutura tá indicando que essa ligação esse desenho aqui, essa ligação é como se ela tivesse apontando para fora do quadro, tranquilo? Como se fosse ....molécula aqui, olha o carbono no centro que é esse aqui nessa bolinha</i>

	<p><i>preta, esse é igual ao sigma quando ele ia ser por exemplo essa bolinha verde que tá apontando para fora tranquilo?</i></p> <p><i>Você vai colocar assim, então o carbono é o pretinho, o azulzinho seria esse cloro, o hidrogênio seria o branco e o verde a hidroxila que tá apontando para fora do quadro. Enquanto que o CH<sub>3</sub> a gente desenha com esse, esse formato aqui triangular com essas linhas a gente diz que o CH<sub>3</sub> tá apontando para dentro do quadro né?</i></p> <p><i>Como essa bolinha vermelha que tá para dentro. Tranquilo isso? Como se fosse uma folha de papel aqui, tá para dentro da folha outro para fora da folha. Tranquilo? Então essa isomeria, veja, desculpe. Essa geometria tridimensional pode gerar o que a gente chama de isomeria óptica. Veja só, esse aqui é mais complicadinho. Essa molécula tá aqui desenhada, já vou fazer assim, eu vou desenhar uma coisa que parece ser igual a essa primeira, mais não é bem assim, veja. Vou manter o hidrogênio aqui em cima, hidrogênio, o cloro eu vou manter aqui desse lado. Quando a gente desenha lembrando a linha normal da ligação, significa que essa ligação tá aqui entrando no quadro mesmo. Ai eu desenho agora uma molécula, um pouco para fora do quadro, aqui, com esse triangulo cheio aqui, né? Ai eu vou trocar, aqui tinha hidroxila aqui eu vou colocar o CH<sub>3</sub> para frente. CH<sub>3</sub>, e do outro lado lá, pra dentro do quadro, pra trás do quadro. Aqui, nos temos a, o que? Troquei com quem? Hidroxila né? Troquei. Beleza?</i></p>
<p><b>Passo 5</b> Identificar onde a analogia falha.</p>	<p><i>Inconclusivo: Não foi possível tirar conclusões uma vez que o professor não utilizou as analogias de forma racional e, portanto, não houve uma discussão crítica sobre alguma restrição envolvendo as analogias.</i></p>
<p><b>Passo 6</b> Esboçar conclusões sobre o alvo</p>	<p><b>Trecho 1:</b> <i>Então essa molécula ela é polar. Enquanto que essa outra aqui, é o que? Apolar, muito bem. Essa aqui correto, é apolar. Ou seja, essa molécula aqui não tem polarização elétrica e ai vem outra pergunta a vocês com o resultado disso o que é que vocês acham sobre, por exemplo, o ponto de ebulição das duas, qual das duas tem a ebulição maior, qual das duas é mais difícil de entrar para o estado de vapor?</i></p> <p><b>Trecho 2:</b> <i>Mão direita e esquerda são diferentes. Porque se você colocar sua mão sobre a outra mão você não vai ter coincidência, o dedão tá desse lado, o outro dedão tá do outro lado, polegar. Então eles são diferentes, elas são mãos diferentes, então é o que acontece com as moléculas também, essa simetria, direito esquerdo, que nesse caso dessa molécula que tem essa característica a gente chama na nomenclatura oficial uma molécula.</i></p> <p><i>Destro vem de direito, todo mundo sabe. Levo vem de esquerdo. Conclusão é como se fosse uma similaridade que acontece, por exemplo, com as nossas mãos, as nossas mãos são diferentes, apesar de serem muito, muito parecidas tem uma diferençazinha. Tranquilo?</i></p> <p><i>E ai essa isomeria quando acontece isso, é um tipo de isomeria espacial também só que chamado de isomeria ótica. Ai vem o questionamento de onde vem esse nome ótica, o ótica é o seguinte gente, uma das propriedades que diferenciam as duas moléculas é o fato delas desviarem o plano da luz polarizada para um lado determinado, por exemplo, uma quando a luz passa por ela, a luz passa e é desviada para direita e a outra para esquerda. Eu vou explicar isso mais detalhadamente agora, deixa eu apagar aqui.</i></p>

**Fonte:** O Próprio autor

O professor P3 introduz o conteúdo a ser estudado, o de isomeria (3D), mais precisamente a isomeria ótica, retomando o próprio conceito de isomeria – *passo 1*:

P3: [...] *É o seguinte, primeiro vamos fazer uma revisãozinha sobre isomeria. O que é isomeria?* [...].

O *passo 2* da metodologia TWA é contemplado quando o professor utiliza o análogo como figuras de moléculas expostas no quadro. Estas figuras de moléculas passam a constituir o análogo:

P3: [...] *Aqui a gente não tá vendo como é que essa molécula é tridimensionalmente a gente tá vendo apenas uma linha só mas a gente sabe que na verdade a estrutura orgânica é bem mais complicada do que isso ela tem uma geometria tridimensional* [...].

Então, fica evidente que o professor P3 utiliza “figuras de moléculas no quadro” como o análogo, no *passo 2*. Destacamos aqui, que o professor P3 demonstrou preocupação com relação ao *conhecimento do conteúdo*, uma vez que inicia a aula trazendo à tona as necessidades que o aluno tem em seu repertório para poder entender a isomeria (3D), quando propõe fazer uma “revisãozinha” (parte grifada acima). Entretanto, quando diz que *todos já sabem que uma estrutura orgânica é bem mais complicada*, deixa a desejar na questão do conhecimento pedagógico do conteúdo. Como é que *todos já sabem?* Não houve uma discussão prévia. Não houve uma sondagem.

O *passo 3*, baseado ainda nas figuras das moléculas no quadro como análogo, na metodologia TWA é contemplado quando o professor apresenta algumas características importantes do análogo, sempre referindo-se ao alvo, como a hibridização dos carbonos ligados por ligação dupla e suas configurações espaciais (análogo a um triângulo – outra analogia).

O *passos 4* é contemplado quando o professor utiliza simultaneamente a “figura no quadro” e os “modelos concretos” de bolas, para explicar como são as moléculas reais, e aí este destaca as similaridades entre alvo e análogo, como as ligações para fora do plano do papel e para dentro do plano do papel.

O *passo 5*, também como nos casos dos professores P1 e P2, são inconclusivos pois o professor P3 não se preocupa em que pontos a analogia falha.

O *passo 6* da metodologia é identificado quando o professor utiliza o modelo por ele apresentado e passa a inferir junto aos estudantes conclusões sobre a polaridade das moléculas e até sobre algumas propriedades físicas como o ponto de ebulição, a partir do análogo. Observa-se que o professor P3 procurou utilizar de vários modelos de representação, como desenhos no quadro, modelos concretos onde realizou operações e até sugeriu aos alunos utilizarem a imaginação, quando inferiu sobre as mãos, utilizando-as como analogia.

Para Duit (1991) e Treagust et al, (1992), a analogia é uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido, como vimos anteriormente, e o que esperamos do professor mesmo de forma inconsciente é uma certa racionalidade, advinda da sua experiência e, o professor P3, demonstrou isto. Lembremos que, segundo Krajcik (1991), a maioria dos alunos das escolas secundárias não interpreta apropriadamente os significados das representações, o que infere no professor a sensibilidade para procurar várias formas de representação até que o aprendiz se encontre melhor em uma dessas.

Recorrendo-se mais uma vez a Echeverria et al, (2006, p. 308), que apresenta as categorias para os modelos, foram verificados os seguintes, para o professor P3:

(i) **Modelo analógico concreto** – o professor introduz sua aula e nos passos 1 e 2 destaca um modelo concreto como sendo o análogo, no caso as figuras de moléculas no quadro e no decorrer da aula apresenta outro modelo concreto, ou seja, nos passos 6, o modelo de bolas no trecho 2, e demonstra uma propriedade molecular.

*Passo 4: “Você vai colocar assim, então o carbono é o pretinho, o azulzinho seria esse cloro, o hidrogênio seria o branco e o verde a hidroxila que tá apontando para fora do quadro”.*

(ii) **Modelo analógico operacional** – quando o professor sugere realizar uma operação que até então o aluno não imaginava que fosse possível para uma molécula (girar um átomo em função do outro), presente no passo 6;

(iii) **Modelo com múltiplas analogias** – quando o professor faz uso de várias analogias para conseguir explicar determinado conteúdo, que no caso ocorre quando o mesmo refere-se a luz: - luz como feixe de raios; - associa desvio da luz a isômeros espaciais; - carbono quiral é aquele semelhante à mão.

*Passo 1 e 2: “figuras de moléculas no quadro”;*

*Passo 4: “Você vai colocar assim, então o carbono é o pretinho, o azulzinho seria esse cloro, o hidrogênio seria o branco e o verde a hidroxila que tá apontando para fora do quadro”.*

*Parte do trecho 2, passo 6: Mão direita e esquerda são diferentes. Porque se você colocar sua mão sobre a outra mão você não vai ter coincidência, o dedão tá desse lado, o outro dedão tá do outro lado, polegar.*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das formas de se sinalizar como a ação do professor está interferindo nos resultados do aprendizado dos alunos é por meio da reflexão do próprio professor. Considerando que a formação inicial dos professores não foi suficiente para prepará-los plenamente e de forma efetiva, para todos os arcabouços presentes no processo de ensino-aprendizagem, é necessário que este professor desenvolva mais habilidades para que, no decorrer de sua atividade profissional, possa aprimorar os conhecimentos inerentes a sua prática. Todavia, ao iniciar sua ação de ensinar, o professor precisa de um repertório mínimo, até porque este passou alguns anos se preparando para isto na academia. Percebemos então que estas duas formações, a inicial e a continuada, se completam. Como conclusão para nossa investigação, podemos responder às questões relacionadas diretamente com os nossos objetivos, que são estas:

Nesta pesquisa, verificamos que os professores experientes carregam consigo os saberes relevantes para produção de uma boa aula, embora que de forma desarticulada ou desprovida de certas habilidades não vivenciadas e desenvolvidas em seus cursos de formação inicial. Pode-se perceber que a utilização de modelos analógicos em suas práticas de ensino é comum, pois é através desses instrumentos que desenvolveram suas formas de explicar, como o fazem com o conteúdo de isomeria (3D). É provável que outros professores de Química tenham uma prática similar aos professores P1, P2 e P3, uma vez que o ensino da isomeria

(3D) é repleto de pormenores conceituais e exige um repertório amplo, conforme estes mesmos professores demonstraram, ainda que em falta sobre alguns requisitos relacionados aos saberes que deveriam apresentar, para promover eficazmente sua prática como, por exemplo, a avaliação concomitantemente ao processo de ensino e a reflexão, que exigem maior qualificação do professor.

Todavia, as bases para que o professor se profissionalize são fornecidas na formação inicial, e este deverá sair preparado para as adversidades, apresentando conhecimentos que serão aprimorados com o tempo de profissão, como, por exemplo, o conhecimento sobre os modelos de ensino, como aqueles modelos que utilizam as analogias e que promovem a interação entre professores e alunos, além do conhecimento do conteúdo, o qual está presente nos currículos dos cursos de graduação. Ademais, outros conhecimentos também são necessários, o que não significa dizer que os professores o adquirirão única e exclusivamente na academia.

As análises dos casos presentes em nossa pesquisa apontaram para uma necessidade importante e preponderante para a ação de professores que já estão ministrando aulas, que é a da formação continuada está relacionada diretamente com as suas práticas educativas. Percebeu-se em nossa pesquisa, um distanciamento dos professores com relação ao conhecimento pedagógico do conteúdo, fato que pode sugerir uma distância com relação às pesquisas relacionadas ao ensino de Química, ou de forma mais geral, ao ensino de Ciências. Também, ficou mais evidente nessa pesquisa, a questão da “simplificação do ensino de ciências” apontada pelos professores, uma vez que o conteúdo trabalhado em sala é de um grau de abstração elevado, o de isomeria (3D), e entretanto, os professores trataram-no de forma relativamente simples, com estratégias comuns, indicando mais uma vez a falta de conhecimento das pesquisas relacionadas às representações Químicas e as relacionadas à formação do professor de Química.

Ressalta-se também que o estudo de caso, outrora realizado, reflete uma realidade comum dessa classe, a dos professores de Química, e, podemos sugerir para esses professores, independentes de serem formados recentemente ou há muito tempo, que precisam compreender a necessidade da reflexão em sua profissão, relativa aos saberes, as concepções, pois, todos estes aspectos não são imutáveis e estão em constante progressão. É preciso então, que o professor se aproprie de seu desenvolvimento profissional, para que obtenha melhor resultado no processo o qual faz parte, o de ensinar.

Como resultados relevantes em nossa pesquisa e respondendo a nossa questão principal assinalamos que mesmo de forma espontânea os professores utilizaram três tipos de modelos analógicos em sala de aula, que são, *analógico concreto*, que ajuda na explicação de estruturas moleculares de difícil visualização espacial, *analógico operacional*, que é comum em sala de aula quando se quer demonstrar determinada propriedade das substâncias, especialmente em nível atômico-molecular e por último a utilização de *múltiplas analogias*, observado quando o professor quer esclarecer algo que os alunos têm dificuldade de compreender pelo grau de abstração, pela falta de habilidade de transitar entre níveis diferentes de representação, sendo o professor levado a adequar um modelo mais adequado para facilitar, apresentando portanto, várias analogias para explicar um mesmo fenômeno.



**REFERÊNCIAS**

AMARAL, Luciano do. **Química Orgânica**. 2ª edição, Moderna, 498 p, 1985.

ARAÚJO, João Paulo Alves de; JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco. Participação em Atividades de Divulgação Científica e Interrelações com a Formação Docente em Química. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 52, p. 249-266, 2022.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Ministério da Educação / Secretaria da Educação Média e Tecnológica**, 2000.

BEN-ZVI, R., EYLON, B., SILBERSTEIN, J. Is an atom of copper malleable? **Journal of Chemical Education**, 63, 64-66. 1986.

COSTA, Kátia María Guimâraes; KALHIL, Josefina Diosdada Barrera; TEIXEIRA, A. F. Perspectiva histórica da formação de professores de Química no Brasil. **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, n. 12061, p. 1-15, 2015.

COSTA MOURÃO, Ireuda da; GHEDIN, Evandro. Formação do professor de Química no Brasil: a lógica curricular. **Educação em Perspectiva**, v. 10, p. e019024-e019024, 2019.

CLEMENT, J. **Learning via construction and criticism**. Em: Glover, J.A.; Ronning, R.R. e Reynolds, C.R. (Eds.). *Handbook of Creativity*. New York: Plenum, p. 341-381, 1989.

\_\_\_\_\_. Model based learning as a key research area for science education. **International Journal of Science Education**, 22, 1041-1053, 2000.

CRESWELL, John W. Procedimentos qualitativos. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**, v. 2, p. 32-33, 2007.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, p. 7-29, 2005.

ECHEVERRÍA, A. R., GUIMARÃES, G. M. A., MORAES, I. J. Modelos Didáticos no Discurso de Professores de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 3, p. 303-322, 2006.

FERRAZ, D. F., TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação**, v. 9, n° 2, p. 213-227, 2003.

FERREIRA, P. F. M; JUSTI, R. S. A Abordagem do DNA nos Livros de Biologia e Química do Ensino Médio: Uma Análise Crítica. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, 2004.

GABEL, D. L., SAMUEL, K. V., HUNN, D. Understanding the particulate nature of matter. **Journal of Chemical Education**, 64, 695-697. 1987.

GIORDAN, M. O papel da experiência no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. 43-49. 10. 1999.

GILBERT, J. K., BOULTER, C.J. Stretching models too far. **Annual Meeting of the American Educational Research Association**. Anais...San Francisco, 1995.

GODOY, L. A. Sobre la estructura de lãs analogías em ciências. *Interciencia*, 27(8): 422- 429, 2002.

GILBERT, J. K., BOULTER, C.J. Stretching models too far. **Annual Meeting of the American Educational Research Association**. Anais...San Francisco, 1995.

HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. **Journal of research in science teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.

JOHNSTONE, Alex H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of chemical education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

KRAPAS, S., QUEIROZ, G., COLINVAUX, D., FRANCO, C. Modelos: Uma Análise de Sentidos na Literatura de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS)**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 185 – 2005, 1997.

KRAJCIK, Joseph S. Developing student's understanding of chemical concepts. In: **The psychology of learning science**. Routledge, 2012. p. 117-148.

GLYNN,R.,H. YEANY, & B.K. BRITTON (Eds.), The psychology of learning science: International perspective on the psychological foundations of technologybased learning environments (p. 117 -145). Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1991.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. Metodologia do Trabalho Científico. 4a ed. São Paulo, Ed. Atlas, 1992.

LIMA, José Ossian Gadelha de; LEITE, Luciana Rodrigues. Historicidade dos cursos de licenciatura no Brasil e sua repercussão na formação do professor de química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 143-162, 2018.

MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso; JUSTI, Rosária; DE OLIVEIRA, Mary Mendes. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, 2006.

MELO, M. R., SANTOS, A. O. Representações, limitações conceituais e concepções alternativas sobre equilíbrio químico presentes em um livro didático para o ensino superior. **VII Encontro Paulista em Ensino de Química (VII EPPEQ)**. Santo André (SP) 23,24 e 28 de Abril de 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Editora Vozes Limitada, 2011.

MÓL, G. S. O Uso de Analogia no Ensino de Química. **Tese (Ensino de Química)** – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 284 p. 1999.

MORAIS, Agnes Priscila Martins de; SOUZA, Priscila Franciely. Formação docente continuada: ensino híbrido e sala de aula invertida como recurso metodológico para o aprimoramento do profissional de educação. **Devir Educação**, p. 10-32, 2020.

PACCA, J. L. A. O profissional da educação e o significado do planejamento escolar: problemas dos programas de atualização. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 39- 44, 1992.

PAULA, Tatiane Estácio de; GUIMARÃES, Orliney Maciel; SILVA, Camila Silveira da. Formação de professores de química no contexto da Educação Inclusiva. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 3-29, 2018.

PÉREZ, D. G.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de Professores de Ciências**. Cortez, 120 p, 1998.

PÉREZ, R. J. & AGUADO, A. M. W. ¿Es posible el cambio em los modelos didácticos personales?: obstáculos em profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del profesorado*. n. 46, 2003, p. 113-131. Disponível em: Acesso em: 09/02/2010.

QUEIROZ, R. O. **A utilização de modelos didáticos, na forma de analogias, no ensino de isomeria 3D: uma investigação dos saberes docentes junto a professores de química**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 95. Recife, 2015.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M.A. 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**. Vol. 9 Nº 1 p.18-34. 2010.

ROCHA, Carlos José Trindade da; ALTARUGIO, Maisa Helena; SILVA MALHEIRO, João Manoel da. Formação de professores e o ensino investigativo na química: reflexões e estratégias. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 5, p. e1275317, 2018.

ROMANELLI, Lilavate I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. **Química nova na escola**, v. 3, p. 27-31, 1996.

SERRANO, G. P. **Investigación cualitativa retos e interrogantes: técnicas y análisis de datos**. Madri, Editorial la Muralla S. A., 1998.

SOUZA, Gahelyka Aghta Pantano et al. Elaboração de materiais didáticos: possibilidades na formação de professores de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 1, p. 47-58, 2018.

SCHNETZLER, Roseli P.; ANTUNES-SOUZA, Thiago. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. **Química nova**, v. 42, p. 947-954, 2019.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. D.; BEJARANO, N. R, R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WU, H. K., KRAJCIK, J. S., SOLOWAY, E. Promoting conceptual understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 38, 821-842. 2001.

YIN, R. **Case Study Research: Design and Methods** (2ª Ed) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. 1994.

SANTOS CARVALHO, Eliana Márcia dos; ARAÚJO, Ginaldo Cardoso. Ensino remoto, saberes e formação docente: uma reflexão necessária. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, 2020.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. Três enfoques na pesquisa em ciências sociais: o positivismo, a fenomenologia e o marxismo. 1987.