



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

**AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS CONCRETO-MISTOS NO
ENSINO DO CONCEITO DE ISOMERIA ÓPTICA, NA PERSPECTIVA
DE PROFESSORES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO DO DF**

NÉLIO SOARES MACHADO

Brasília, DF
2013



**AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS CONCRETO-MISTOS NO
ENSINO DO CONCEITO DE ISOMERIA ÓPTICA, NA PERSPECTIVA
DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO DO DF**

NÉLIO SOARES MACHADO

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Wagner Fontes e coorientação da Prof^a. Dr^a. Louise Brandes Moura Ferreira, apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília, DF
2013

MACHADO, Nélio Soares

Avaliação do uso de modelos concreto-mistos no ensino do conceito de isomeria óptica, na perspectiva de professores de Química do ensino médio do DF - Brasília, 2013. 104 p.

Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (Pós-Graduação *Strictu Sensu*) – Universidade de Brasília, 2º semestre de 2013. Bibliografia.

1. Modelos concreto-mistos; 2. Isomeria Óptica; Ensino de Química.

I. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. II. Título.



NÉLIO SOARES MACHADO

**AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS CONCRETO-MISTOS NO
ENSINO DO CONCEITO DE ISOMERIA ÓPTICA, NA PERSPECTIVA
DE PROFESSORES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO DO DF**

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Wagner Fontes e coorientação da Prof^a. Dr^a. Louise Brandes Moura Ferreira, apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências pela Universidade de Brasília.

Prof. Dr. Wagner Fontes
Orientador - Universidade Brasília (UnB)

Prof^a. Dr^a. Louise Brandes Moura Ferreira
Coorientadora - Universidade Brasília (UnB)

Brasília, DF
2013

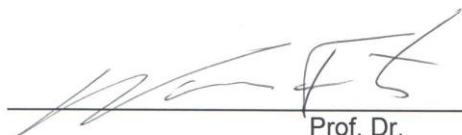
FOLHA DE APROVAÇÃO

NÉLIO SOARES MACHADO

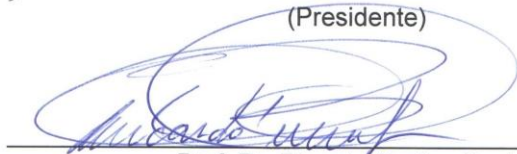
“AVALIAÇÃO DO USO DE MODELO CONCRETO-MISTO NO ENSINO DO CONCEITO DE ISOMERIA ÓPTICA, NA PERSPECTIVA DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO DE BRASÍLIA”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

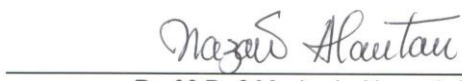
Aprovada em 11 de novembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.
(Presidente)



Prof. Dr. Ricardo Bastos Cunha
(Membro interno não vinculado ao Programa – IQ/UnB)



Prof.ª Dr.ª Maria de Nazaré Guimarães
(Membro interno vinculado ao Programa – IB/UnB)

*Dedico este trabalho a Deus, fonte maior de conhecimento e inspiração, a meus pais, Neusa Soares Machado e Hélio Edson Machado, pela vida e valores que trago sempre arraigados. À minha tia Neila Soares de Faria, conselheira acadêmica e exemplo de determinação, fé e perseverança.
Aos amigos Lucélia de Oliveira e Douglas Freitas, pela companhia, ideias e tempo compartilhados, ao longo deste curso de Pós-Graduação Strictu Senso na Universidade de Brasília*

AGRADECIMENTOS

A meus familiares, pelo simples fato de sua existência. Aos meus pais, Hélio Edson Machado e Neusa Soares Machado, por terem zelado para que me tornasse o homem que sou, íntegro e reto, batalhador e guerreiro, e pelo apoio e encorajamento constante de minha tia Neila Soares de Faria.

A meu orientador, Prof. Dr. Wagner Fontes, pelo apoio, dicas, ideias, orientações e revisões importantes, que contribuíram sobremaneira para me guiar nos momentos de dificuldade, transformando a determinação em força de vontade na busca do objetivo final, qual seja este magnífico trabalho.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Louise Brandes, por sua presteza na disponibilização de referências importantes à pesquisa sobre o desenvolvimento de modelos no Ensino de Ciências.

Aos meus colegas de turma, por vários momentos divertidos e pelo privilégio de conviver com verdadeiros entusiastas e idealistas do Ensino de Ciências como ferramenta para a construção de um futuro melhor para a educação brasileira. Em especial ao amigo Cleoman Porto.

E, por fim, agradeço aos grandes amigos Lucélia Gonçalves de Oliveira e Douglas Freitas pelo companheirismo e simplicidade demonstrados, ao longo deste curso de Pós-Graduação *Strictu Senso* na Universidade de Brasília.

[] No caso específico do ensino de ciências, deve-se também valorizar o desenvolvimento de competências e habilidades que permitam aos estudantes compreender e utilizar o conhecimento científico como elemento de interpretação de fenômenos cotidianos e de intervenção na realidade (UNESCO, 2005; MENEZES, 2000).

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. METODOLOGIA	18
2.1 Referenciais teórico-metodológicos.....	18
2.2 Avaliação das tipologias de modelos e justificativa	27
2.3 Apresentação dos materiais confeccionados e utilizados na pesquisa	33
2.4 Cartilha explicativa sobre Tipologia de modelos e Isomeria Óptica	34
2.5 Instrumentos de coleta de dados	35
2.6 Análise de livros didáticos	36
3. OBJETIVOS PROPOSTOS	44
3.1 Objetivo Geral	44
3.2 Objetivos específicos	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1 Redes de ensino em que trabalham os professores	49
4.2 Distribuição das turmas de Ensino Médio (E.M.) para cada professor	51
4.3 Relação entre conteúdos informados e quantitativo de professores	54
4.4 Uso de modelos no Ensino de Química pelos professores de E.M.	56
4.5 Tempo de regência dos professores do E.M. no componente Química.....	62
4.6 Tempo de formatura dos professores no componente Química	62
4.7 Faixa etária dos professores de Química do Ensino Médio	64
4.8 Distribuição dos professores de Química do E. M., de acordo com o sexo	65
4.9 Correlação entre Redes de Ensino e Uso de Modelos por professores de Química do Ensino Médio	66
4.10 Correlação entre Tempo de Regência e Uso de Modelos no E. M	67
4.11 Correlação entre Tempo de Formatura dos professores de Química do Ensino Médio e o Uso de Modelos.....	68
4.12 Correlação entre Sexo, Idade e Uso de Modelos por professores de Química do Ensino Médio	71
4.13 Abordagem da Isomeria Óptica (I.O)	73
4.14 Relação entre o conceito de Isomeria Óptica e o Uso de Modelos	74
4.15 Importância de se ensinar a Isomeria Óptica	79
4.16 Uso de modelos na explicação do conceito de Isomeria Óptica	81
4.17 Uso de Modelos Concreto-Mistos e aprendizagem do conceito de I. O	83
4.18 Importância do ensino de Isomeria Óptica, na perspectiva de professores de Química do Ensino Médio	85
5. CONCLUSÕES	89
6. APÊNDICES	92
7. REFERÊNCIAS.....	101

AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS CONCRETO-MISTOS NO ENSINO DO CONCEITO DE ISOMERIA ÓPTICA, NA PERSPECTIVA DE PROFESSORES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO DO DF

RESUMO

Modelos concreto-mistos são instrumentos importantes, tanto na Ciência e Tecnologia como na Educação Científica e Tecnológica (CTS), uma vez que apresentam um papel essencial em estabelecer ligações entre a realidade percebida e aquela idealizada. Tais conexões têm implicação em como o construtivismo pode ser interpretado na educação em Ciência e Tecnologia. A representação desses modelos, apresentada nas configurações de sala de aula, é um componente importante da teoria construtivista, constituindo a base da tipologia de tais modelos. A amplitude de modelos possíveis é definida através de seus aspectos e modos de representação, cuja tipologia abre as portas para futuros horizontes na pesquisa em ensino e aprendizagem com e sobre modelos na sala de aula. A partir dessa reflexão, este trabalho apresenta como objetivo avaliar o uso de modelos do tipo concreto-misto no ensino do conceito de Isomeria Óptica, na perspectiva de professores do Ensino Médio do Distrito Federal. Para tanto, o autor levantou, testou e discutiu hipóteses sobre a visão dos professores de Ensino Médio do DF acerca do uso de um modelo específico para se explicar o conceito de Isomeria Óptica. Além disso, também elaborou e aplicou aos participantes-alvo do estudo questionários prévio e posterior, intercalados pela disponibilização de uma Cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica, também desenvolvida pelo autor. Ademais, ainda realizou análise crítica de três livros didáticos: Química na abordagem do cotidiano, vol. 3 (Peruzzo e Canto, 2006); Química (Reis, 2007); e Química, vol. 3 (Feltre, 2008). Finalmente, foram confeccionados modelos do tipo concreto-misto de baixo custo (a partir de materiais do cotidiano, tais como bolinhas de isopor e palitos de dente), com o intuito de serem apresentados aos participantes desta pesquisa, como instrumentos viáveis de ensino do conceito de Isomeria Óptica. Tanto o modelo apresentado como a cartilha supracitadas foram introduzidos a professores do componente curricular Química de escolas públicas e particulares de Ensino Médio do DF, que responderam aos questionários prévios e posteriores, além de tomarem conhecimento das informações disponibilizadas. Como resultado da análise descritiva realizada, o autor concluiu que os objetivos geral e específicos propostos foram atingidos, e, portanto, modelos do tipo concreto-misto constituem ferramentas eficientes na promoção da aprendizagem significativa, de acordo com a perspectiva de professores de Química do Ensino Médio do DF, à luz das teorias construtivistas de Piaget e Ausubel.

Palavras-chave: 1. Modelos concreto-mistos; 2. Isomeria Óptica; 3. Ensino de Química.

AVALIATION OF CONCRETE-MIXED MODELS USE ON OPTICAL ISOMERY CONCEPT TEACHING, UNDER HIGH SCHOOL TEACHERS' OF "DISTRITO FEDERAL" PERSPECTIVE

ABSTRACT

Concrete-mixed models are important instruments, both in Science & Technology and Scientific and Technological Education, once they present an essential role in establishing connections between the perceiving reality and the idealized one. These connections have implied on how constructivism can be interpreted in education in Science and Technology. The representation of these models, presented in classroom configurations, is an important compound of the constructivist theory, constituting the basis of these models typology. The possible models amplitude is defined throughout their aspects and representation modes, whose typology open the doors to future horizons on teaching and learning research with and about models in classroom. Since this reflection, this work presents, as main objective, evaluating the use of concrete-mixed models on Optical Isomery concept teaching, under high-school teachers' of Distrito Federal (DF) perspective. In order of doing that, the author has raised, tested and discussed hypothesis related to high-school teachers' of DF point of view about the use of a specific model to explain the concept of Optical Isomery. After that, critical analysis of the following didactical books were conducted: "Química na abordagem do cotidiano", vol. 3 (Peruzzo e Canto, 2006); "Química" (Reis, 2007); e "Química", vol. 3 (Feltre, 2008). Finally, low cost concrete-mixed models were developed (throughout everyday materials, as styrofoam balls and toothpicks, like examples), aiming to be presented to the participants of this research, as viable instruments of Optical Isomery Teaching. Both the abovementioned presented models, as well as the information folder were exhibited to Chemistry teachers of public and private high-schools of DF, who have answered to previous and post essays, beyond getting knowledge about the available information. As a result of the descriptive analysis, the author has concluded that the general and specific proposed objectives were reached, and so models of the concrete-mixed type are efficient tools on significant learning promotion, according to Chemical high-school teachers' of DF perspective, supported by Piaget's and Ausubel's constructivist theories.

Palavras-chave: 1. Concrete-mixed models; 2. Optical Isomery; 3. Chemistry Teaching.

I – INTRODUÇÃO

Um modelo em Ciência é a representação de um fenômeno inicialmente produzido para determinada finalidade específica. Como um “fenômeno” seria qualquer maneira interessante de se segregar uma parte do conjunto total de experimentação para estudo posterior, os modelos são onipresentes. O propósito específico para o qual qualquer modelo é originalmente confeccionado em Ciência (ou em pesquisa específica) é como uma simplificação de determinado fenômeno a ser usado em inquirições para desenvolver explicações acerca do mesmo (Gilbert & Boulter, 2000, p.11).

Muitos modelos são compostos de entidades que são concretas, objetos vistos como se eles tivessem uma existência distinta (por exemplo, uma roda) ou ainda como se fossem parte de um sistema, como uma roda de um carro, por exemplo. Um modelo de um objeto pode ser tanto menor que o fenômeno que ele representa (por exemplo, um trem); do mesmo tamanho que este, a exemplo do corpo humano; ou ainda maior que o fenômeno (um vírus, por exemplo).

Torna-se cada vez mais aceita a noção de que a formação cultural dos seres humanos nas sociedades contemporâneas passa muito pelas intermediações do cotidiano, marcadas por um contexto de complexidade, que ocorrem através da comunicação interpessoal, grupal e massiva, ampliando-se com o incremento de novas tecnologias (BARROS, 1997).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o ensino de Química deve garantir “que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao

aprendizado científico e matemático sejam parte essencial da formação cidadã” (Brasil, 1999, p. 10).

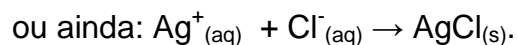
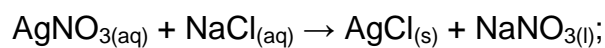
Nessa perspectiva, o Ensino de Química não deve limitar-se apenas a preparar alunos para os exames de seleção das universidades; deve, antes de tudo, desenvolver habilidades e competências que permitam aos educandos a formação de uma consciência mais crítica, afim de que possam contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária. Por outra parte, formar cidadãos críticos e conscientes não exclui a sua capacitação para exames vestibulares e concursos públicos. Essa formação cidadã deve prever as necessidades impostas por um mundo tecnológico e globalizado, que nos obriga a saber como lidar com a tecnologia e os diferentes materiais e substâncias presentes em nosso cotidiano. Tal necessidade de conhecimento se coloca para todas as pessoas que vivem em sociedade, independentemente de suas diferenças. (Mól *et al.*, 2010, p.134).

De acordo com Mól *et al.* (2010, p.134), a ciência química caracteriza-se pela utilização de teorias e modelos específicos, além de utilizar uma linguagem própria que permite a comunicação entre cientistas e técnicos de diferentes áreas, nas quais são necessários conhecimentos químicos. Para eles, tal linguagem também é utilizada na informação sobre substâncias químicas e materiais presentes em produtos, entre eles alimentos, remédios e artigos de beleza.

Na perspectiva da formação de cidadãos críticos e conscientes, o ensino de Química deve proporcionar aos educandos a aquisição de conhecimentos que lhes permitam interagir conscientemente com tais produtos supracitados, gerados tecnologicamente (Mól *et al.*, 2010, p.134).

Segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000), para uma aprendizagem plena, o ensino de Química deve contemplar três diferentes níveis de abordagem: o representacional, o fenomenológico ou macroscópico e o teórico ou microscópico. Conforme Mól *et al.* (2010, p.135), tal diversidade de níveis leva a uma maior dificuldade de aprendizado, sendo que sua compreensão exige uma boa capacidade de articulação e elaboração de conceitos e ideias.

O primeiro nível, empregado pelos químicos desde os primórdios dessa ciência, corresponde à utilização de uma simbologia própria que permite a representação das substâncias e de suas propriedades e transformações. Assim, podemos descrever o fenômeno da precipitação de cloreto de prata, utilizando símbolos e equações da seguinte forma:



(Mól *et al.*, 2010, p.135-136, com adaptações).

O próximo nível de abordagem refere-se aos fenômenos estudados pela química, sendo que aqui ocorrem as transformações e observam-se as propriedades dos materiais e substâncias. Assim, quando observamos a combustão de uma amostra de álcool comercial, a formação de um precipitado ou [quando] determinamos propriedades como densidade e temperatura de fusão, por exemplo, estamos abordando a química de forma descritiva e funcional, ou seja, macroscopicamente. De maneira geral, o ensino de Química se ocupa pouco desse nível, embora busque sempre explicá-lo. No ensino formal, esse nível evidencia-se mais por meio de propostas de atividades experimentais – realizadas por alunos ou demonstradas por professores – ou no estudo de fenômenos

naturais (como a combustão); ou de laboratório, a exemplo da precipitação de um sal (Mól *et al.*, 2010, p.134-135, com alterações).

Em atividades experimentais ou na observação de fenômenos naturais, percebemos que há ocorrência de transformações químicas por meio de algumas alterações no sistema, que indicam a formação de nova(s) substância(s) – mudanças de cor, formação de precipitados e liberação de gases – e pela leitura de instrumentos, tais como termômetros e balanças. Nesse contexto, a experimentação pode assumir importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências (Silva e Zanon, 2000). Por isso, atividades experimentais são, muitas vezes, utilizadas como organizadores prévios para o ensino de conceitos e modelos científicos, constituindo uma forma de abordagem macroscópica da Química.

O último nível supramencionado - nível microscópico - por sua vez, corresponde às teorias e aos modelos utilizados pelos químicos para descrever e justificar os fenômenos observados macroscopicamente. Devido à grande abstração do nível microscópico, sua compreensão exige uma boa capacidade de elaboração e articulação de ideias e conceitos. Nesse nível, encontram-se as teorias que explicam a constituição da matéria e seus comportamentos em diferentes condições. Como exemplo de teoria utilizada no ensino de Química, podemos citar as que explicam a constituição da matéria, descrevendo a estrutura dos átomos – teorias atômicas – e das substâncias – modelos de ligação química. Esse nível microscópico é, com muita frequência, representado de forma padrão, constituindo uma linguagem específica da química (Mól *et al.*, 2010, p.135).

De acordo com Pacheco (2006, p.7), a isomeria óptica geralmente não é tratada pelos professores de Ensino Médio, apesar de ser abordada com maior ou

menor ênfase nos livros didáticos correspondentes ao período letivo. A partir desse intrigante registro, o autor resolveu investigar o conceito supracitado, cogitando se a utilização de modelos do tipo concreto-misto seria uma técnica eficiente na facilitação do ensino do conceito de isomeria óptica, na perspectiva de professores do Ensino Médio de escolas públicas e particulares do DF.

Conferindo mais subsídios para o acima destacado por Pacheco (2006, p.7), Guimarães e Silva (2008, p.43) observa que, “para analisarmos o ensino de Química Orgânica nas Instituições de Educação Básica no ciclo do Ensino Médio, utilizamos os planejamentos de disciplinas (planos de curso) que nos foram fornecidos por professores de dez escolas da rede pública e particular de Minas Gerais, sendo [sic] oito delas [sic] da capital - Belo Horizonte”; esclarecendo ainda que a escola por ela identificada como “J”, pertencente à rede pública estadual de ensino e participante do projeto “Escolas-Referência” do governo de Minas Gerais, seguia a proposta curricular dos Conteúdos Básicos Comuns (CBC).

Conforme o projeto supramencionado, os CBC são: propriedades dos materiais, constituição dos materiais e transformações químicas. Eles devem ser oferecidos aos alunos no 1º Ano e aprofundados nas séries subsequentes. No 3º ano a escola tem a liberdade de ensinar conteúdos novos que ultrapassam os CBC, ampliando a formação do aluno e sua compreensão dos temas abordados.

Na escola estudada, o conteúdo de Química Orgânica é oferecido na última unidade (Unidade 7), do 2º Ano (portanto, todas as demais unidades foram suprimidas do quadro 8). Pelo tempo dedicado à disciplina, e visto que outras escolas normalmente dedicam todo o 3º Ano a ela, o conteúdo de Química Orgânica oferecido parece ser ministrado de forma resumida e superficial.

Explorando mais detalhadamente o assunto, Guimarães e Silva (2008, p.44) informa que, no plano de curso do 3º Ano, nada é mencionado sobre Química Orgânica, apesar de na escola constarem, dentre os recursos didáticos, atividades práticas de laboratório, cujos temas não são informados pelo(a) professor(a).

II – METODOLOGIA

2.1 Referencial Teórico-Metodológico

Jean Piaget (1896-1980) foi, sem dúvida, o pioneiro no enfoque construtivista à cognição humana. Suas propostas configuram uma teoria construtivista do desenvolvimento cognitivo humano, conhecida como a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget.

A partir da década de 1970, começou a ascensão do cognitivismo, seguida de consequente declínio do behaviorismo, em termos de influência no ensino/aprendizagem e na pesquisa nessa área. Atualmente, tal influência é tão acentuadamente piagetiana que se chega a confundir construtivismo com Piaget.

Existem outras visões construtivistas, porém o enfoque piagetiano é, indubitavelmente, o mais conhecido e influente. O ponto central de sua teoria repousa em processos diferenciados que Piaget chama de assimilação, acomodação e equilíbrio (Moreira, 2011, p.95).

Piaget estabelece quatro períodos gerais de desenvolvimento cognitivo: *sensório-motor*, *pré-operacional*, *operacional-concreto* e *operacional formal*. Cada um deles subdivide-se em estágios ou níveis. Para este projeto, o autor optou por destacar apenas os dois últimos períodos supracitados, os quais de fato interessam à faixa etária alvo do estudo, qual seja alunos do componente curricular Química do 3º ano do Ensino Médio.

Acerca dos períodos de desenvolvimento mental propostos por Piaget, apresenta-se, abaixo, uma de suas citações (Piaget, 1977, p.127, apud Moreira, 2011, p.99):

“[...] De 7 ou 8 até 11 ou 12 anos de idade, organizam-se as *operações concretas*, isto é, os grupamentos operatórios do pensamento recaindo sobre objetos manipuláveis ou suscetíveis de serem intuídos. A partir dos 11 ou 12 anos e durante a adolescência, elabora-se por fim o pensamento formal, cujos grupamentos caracterizam a inteligência reflexiva acabada.”

Assim sendo, para ele a idade de 7 a 8 anos assinala, em geral, o início do período *operacional-concreto*, que se estende até 11 ou 12 anos. Nesse período, verifica-se uma descentração progressiva em relação à perspectiva egocêntrica que caracterizava a criança até então, a qual entra, progressivamente, em um mundo de várias perspectivas. O pensamento da criança, agora mais organizado, possui características de uma lógica de operações reversíveis.

De acordo com Gravina e Santarosa (1998, p.4), tal estágio caracteriza-se pelo aparecimento das operações, as ações em pensamento; mas *nesta fase as crianças ainda dependem dos objetos concretos para que as ações se constituam em conceitos (estágio operatório concreto)*.

Dessa forma, durante esse período, a criança ganha precisão no contraste e comparação de objetos reais e torna-se capaz, por exemplo, de prever qual o recipiente que contém mais água. Entretanto, embora suas explicações e previsões não sejam mais baseadas em uma perspectiva egocêntrica, seu pensar está ainda grandemente limitado: as operações são, de fato, concretas, isto é,

incidentes diretamente sobre objetos reais. A criança não é ainda capaz de operar com hipóteses, com as quais poderia raciocinar independentemente de saber se são falsas ou verdadeiras. Por isso, ela recorre a objetos e acontecimentos concretos, presentes no momento. Somente de maneira limitada é que seu sistema operacional-concreto leva-a em direção ao ausente. Para antecipar o ausente, a criança tem que partir do concreto, contrariamente ao que ocorre no período seguinte, quando o real é percebido como um caso particular do possível. (Moreira, 2011, p.97-98).

Já por volta dos 11 ou 12 anos, inicia-se o quarto e último período de desenvolvimento mental que passa pela adolescência e prolonga-se até a idade adulta: é o *período das operações formais*. A principal característica desse período é a capacidade de raciocinar com hipóteses verbais e não apenas com objetos concretos. É o pensamento proposicional, por meio do qual o adolescente, ao raciocinar, manipula proposições. O ponto de partida é a operação concreta; porém o adolescente transcende este estágio: formula os resultados das operações concretas sob a forma de proposições e continua a operar mentalmente com eles (Moreira, 2011, p.98).

Resumidamente, observa-se que, desde os sete ou oito anos a criança já é capaz de fazer certos raciocínios lógicos; contudo, as operações incidem diretamente sobre objetos reais, de modo que o possível é subordinado ao real. Entretanto, ao pensar formalmente, ou seja, ao raciocinar sobre hipóteses, a realidade fica em segundo plano com relação à possibilidade, e o real passa a se subordinar ao possível. O adolescente passa a ser, portanto, capaz de executar raciocínios hipotético-dedutivos.

Diante do exposto, a característica mais importante desse período é a capacidade de manipular construtos mentais e, ao mesmo tempo, reconhecer

relações entre esses produtos abstratos projetados internamente. O período das operações formais prolonga-se até a idade adulta.

É importante destacar que, conforme Moreira (2011, p.99), ao longo do desenvolvimento mental de uma criança, a passagem de um período para outros não se dá de maneira abrupta. Cada período tem as características predominantes anteriormente descritas; indivíduos na faixa etária correspondente apresentam, predominantemente, comportamentos consistentes com essas características. Tais indivíduos podem, no entanto, ocasionalmente, comportar-se de maneira correspondente a períodos anteriores (comportamentos típicos de períodos posteriores são raramente apresentados).

Por outro lado, para Piaget a ordem dos períodos é invariável, embora possam ser observadas diferenças na idade em que as crianças atingem cada período. Assim, o importante é a sucessão de períodos pelos quais o indivíduo necessariamente passa até chegar ao pensamento formal, não as idades cronológicas em que isso acontece.

Conforme apresentado na seção I, a experimentação pode assumir importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências (Silva e Zanon, 2000). Por isso, atividades experimentais são, muitas vezes, utilizadas como organizadores prévios para o ensino de conceitos e modelos científicos, constituindo uma forma de abordagem macroscópica da química.

David Ausubel é um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, de modo similar à teoria de Jean Piaget (Moreira, 2011, p.160).

De acordo com Moreira (2011, p.160 e 161), apesar de distinguir três tipos de aprendizagem, a teoria de Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva, qual seja aquela que resulta no armazenamento organizado de informações (estrutura cognitiva) na mente do ser que aprende.

Da mesma maneira que outros teóricos do cognitivismo, Ausubel se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual a organização e a integração de determinado material se processa, chamada por ele de estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de certo indivíduo e sua organização, ou ainda como conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos, constituindo o complexo resultante dos processos cognitivos por meio dos quais se adquire e se utiliza o conhecimento.

A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia a dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, cabendo ao professor identificar isso e ensinar de acordo (Moreira, 2011, p.160).

Assim sendo, na perspectiva de Moreira (2011, p.160), conforme a teoria ausubeliana, novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando como ponto de ancoragem aos novos conceitos e ideias.

Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre componentes da nova aprendizagem, abrangendo

também modificações relevantes nos atributos da estrutura cognitiva pela influência do novo material. Há, pois, um processo de interação por meio do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando esse material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função desse processo de ancoragem (Moreira, 2011, p.160).

O conceito central da teoria ausubeliana é o de *aprendizagem significativa*, processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Moreira (2011, p. 161) afirma que tal processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais e inclusivos (Moreira, 2011, p.161).

Resumidamente, *estrutura cognitiva* significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos, que são representações de experiências sensoriais do indivíduo, onde os subsunçores existentes podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor (Moreira, 2011, p.161).

Segundo Ausubel (1978, p.41, *apud* Moreira, 2011, p.163):

“a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias. Este aspecto especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo”.

De acordo com Moreira (2011, p.164), uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal. Para ele, um material com essa característica é dito *potencialmente significativo*.

Na perspectiva de Jesus e Silva (2004, p.4), para atingir os objetivos propostos, Ausubel et al propõem a utilização do recurso didático dos *Organizadores Prévios*, que se trata de estratégia elaborada pelo educador onde o conteúdo é apresentado de forma a, deliberadamente, manipular a sua estrutura cognitiva para que o novo conceito seja formado a partir de conceitos já existentes. Para eles, tal estratégia procura apresentar o novo conceito a partir da sua idéia mais geral e depois ir detalhando-o, retornando ao conceito geral sempre que possível.

Ausubel et al (1980, *apud* Jesus e Silva, 2004, p.4), defendem o uso dos *Organizadores Prévios ou Antecipatórios* porque segundo suas pesquisas, eles

provavelmente facilitam a incorporação e longevidade do material aprendido significativamente de três modos. Em primeiro lugar, eles se apóiam em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Assim não apenas o novo material se torna familiar e significativo para o aprendiz, mas os conceitos já existentes são selecionados e utilizados de forma integrada. Em segundo lugar, os organizadores, quando elaborados em um nível adequado de inclusividade, tornando possível a subordinação sob condições especificamente relevantes, oferecem uma ótima base.

Assim sendo, caberá sempre ao educador a elaboração dos *Organizadores Antecipatórios*, pois ele possui o conhecimento necessário para compor o organizador com a generalidade e relevância necessárias (Jesus e Silva, 2004, p.4).

Segundo Moreira e Masini (1982, *apud* Jesus e Silva, 2004, p.4), a definição de organizador é:

Material introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, porém em nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração do que o material em si e, explicitamente, relacionado às idéias relevantes existentes na estrutura cognitiva e à tarefa de aprendizagem. Destina-se a facilitar a aprendizagem significativa, servindo de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender o novo material de maneira significativa. É uma espécie de ponte cognitiva. (Moreira e Masini, 1982, p. 103)

Ausubel *et al* (1980, *apud* Jesus e Silva, 2004, p.4), por sua vez, afirmam que:

A principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta. (Ausubel *et al*, 1980, p. 144).

Na concepção de Gilbert (1993, p.9-10), os modelos são essenciais ao pensamento e ao desenvolvimento de trabalhos científicos. Ele também argumenta que a ciência e seus modelos explanatórios são inseparáveis uma vez que os modelos constituem produtos, métodos científicos e suas maiores ferramentas de aprendizado e ensino. Sutton (1992, p.98, *apud* Harisson & Treagust, 2000, p.1) sustenta tal interdependência entre ciência e modelos quando afirma que:

“Eu vejo toda a modelagem como inspirada por imagens associadas, as quais podem ser exploradas, em parte, verbalmente. Modelos, tal como as metáforas sobre as quais eu cito que eles se baseiam, trazem deduções ou implicações, e, assim, eles rapidamente sucumbem às previsões testáveis que todos os cientistas procuram”.

Para Harisson (1996, *apud* Harisson & Treagust, 2000, p.2), a Educação em Ciência divide seus interesses em modelos e modelagem. Enquanto muitos fenômenos científicos não podem ser reproduzidos em sala de aula devido ao tempo e restrições de segurança, modelos desses objetos e processos estão disponíveis. Portanto, para ele os modelos são acessíveis e os professores sabem

que os alunos gostam de brincar com eles e que a modelagem é uma importante estratégia de ensino construtivista. Ela é, também, importante na exploração de maneiras que os estudantes constroem, manipulam e interpretam os modelos científicos nas lições escolares de Ciências.

Portanto, depreende-se que as diferentes teorias cognitivistas existentes se diferenciam em virtude dos modelos adotados na descrição da maneira que ocorre a construção da estrutura cognitiva, além de como a nova informação assimilada é incorporada à mesma, e, ainda, a informação nela contida é recuperada pelo sujeito para uso na interpretação dos fenômenos do cotidiano.

Diante do exposto, observa-se que tanto a teoria do desenvolvimento cognitivo humano de Piaget, bem como a teoria cognitivista da aprendizagem significativa de Ausubel, reúnem características que sugerem que ambas sejam apropriadas para justificar, ao menos em parte, a eficiência da manipulação de modelos qualitativos no ensino do conceito de isomeria óptica, na perspectiva de professores do componente curricular Química do Ensino Médio do DF.

2.2 Avaliação das tipologias de modelos existentes e justificativa de escolha

Os modos de representação descrevem o meio em que um modelo é representado. A expressão de modelos pode empregar diferentes modos de representação, aos quais Twyman (1985) refere-se como modos de simbolização (Gilbert & Boulter, 2000, p.46).

Ainda de acordo com Gilbert & Boulter (2000, p.46-47), dentre esses modos, destacam-se os seguintes, abaixo relacionados:

- Concreto: modelos materiais tridimensionais;
- Verbal: modelos que são ouvidos ou verbalizados, podendo ser de descrição, explanação, narração, argumentação, analogia e metáfora;
- Visual: modelos que são vistos, tais como diagramas, animações, algumas simulações e vídeo;
- Matemático: modelos que representam fórmulas, equações e algumas simulações;
- Gestual: modelos que representam movimentos do corpo ou suas partes;
- Concreto misto: modelos concretos com componentes visuais, verbais e/ou numéricos;
- Verbal misto: texto com adição de componentes visuais ou numéricos;
- Visual misto: modelos visuais com componentes verbais e/ou numéricos;

- Matemático misto: equações e fórmulas com explicações verbais;
- Gestual misto: associam representações com explicações verbais.

Ao se analisar as dificuldades de se ensinar o conceito de Isomeria Óptica, podemos traçar um paralelo com Coll (1992), acerca da teoria genética (Biologia), uma vez que esta também ocorre a nível microscópico, a exemplo do supracitado conceito de I.O. Aquele pesquisador pondera que as tentativas de aplicação da teoria genética no campo da aprendizagem são numerosas e variadas. No entanto, os resultados práticos obtidos com tais aplicações não podem ser considerados tão frutíferos. Para ele, uma das razões da difícil penetração da teoria genética no âmbito da escola deve-se, sobretudo, "ao difícil entendimento do seu conteúdo conceitual, bem como pelos métodos de análise formalizante que utiliza e pelo estilo às vezes 'hermético' que caracteriza as publicações de Piaget". Além disso, Coll (1992) também acrescenta que a aplicação educacional da teoria genética tem, como fatores complicadores, dentre outros:

a) as dificuldades de ordem técnica, metodológicas e teóricas no uso de provas operatórias como instrumento de diagnóstico psicopedagógico, exigindo um alto grau de especialização e de prudência profissional, a fim de se evitar os riscos de sérios erros;

b) a predominância no "como" ensinar coloca o objetivo do "o quê" ensinar em segundo plano, contrapondo-se, dessa forma, ao caráter fundamental de transmissão do saber acumulado culturalmente que é uma função da instituição escolar, por ser esta de caráter preeminente político-metodológico e não técnico como tradicionalmente se procurou inculcar nas ideias da sociedade;

c) a parte social da escola fica prejudicada uma vez que o raciocínio por trás da argumentação de que a criança vai atingir o estágio operatório secundariza a noção do desenvolvimento do pensamento crítico;

d) a ideia básica do construtivismo postulando que a atividade de organização e planificação da aquisição de conhecimentos estão à cargo do aluno acaba por não dar conta de explicar o caráter da intervenção por parte do professor;

e) a ideia de que o indivíduo apropria os conteúdos em conformidade com o desenvolvimento das suas estruturas cognitivas estabelece o desafio da descoberta do "grau ótimo de desequilíbrio", ou seja, o objeto a conhecer não deve estar nem além nem aquém da capacidade do aprendiz conhecedor.

Após reflexão acerca do modelo mais adequado a ser utilizado neste trabalho, optou-se pela utilização dos **modelos concreto-mistos**. São concretos por se tratar de modelos materiais tridimensionais, onde o componente concreto seria expresso pelos modelos hipotéticos de isomeria, confeccionados basicamente com pequenas bolas de isopor pintadas a mão com tinta plástica fosca (cores azul, preta, verde e vermelha), unidas por meio de palitos de dente, colados naquelas, de maneira a viabilizar a utilização por todo e qualquer professor do componente Química do ensino médio, por se tratarem de materiais de baixíssimo custo, podendo ser adquiridos na maioria das papelarias (o autor deste projeto teve um gasto de apenas R\$ 14,30 - quatorze reais e trinta centavos - na compra dos materiais acima discriminados) (Fig. 01).

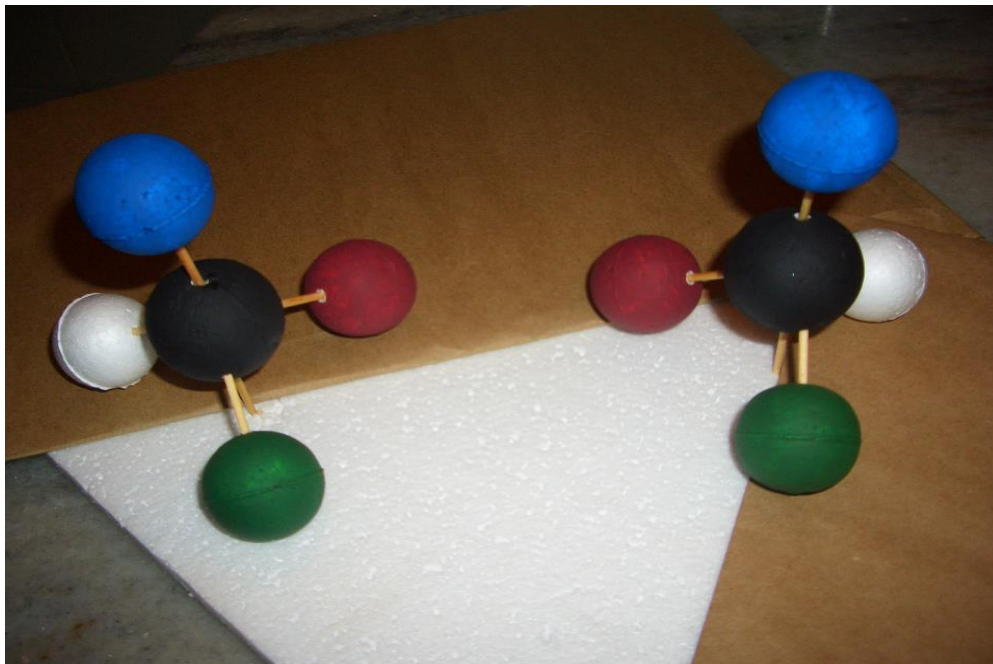


Figura 01. Fotografia dos modelos concretos de isômeros ópticos A (esq) e B (dir) confeccionados manualmente pelo autor. Câmera fotográfica Casio Exilim 5.0 Mps

Pinheiro *et al* (2009) propõe, com o objetivo de tornar o ensino da química fácil e interdisciplinar, a investigação dos isômeros da farmacologia no ensino de química como método de ensino, através da utilização de remédios, bulas e atividades em que haja a construção desses isômeros com materiais tais como palitos e bolinhas de isopor, para compor as moléculas e simular seu comportamento. De acordo com ela, como tal estrutura exemplifica as moléculas, o professor poderá reger sua explanação sobre o assunto, uma vez que os alunos estarão visualizando, e assim absorvendo com maior facilidade aquilo que os arranjos espaciais representam para a química.

Já os componentes mistos dos modelos, por sua vez, são caracterizados pelos elementos visuais, verbais e/ou numéricos utilizados pelo professor em sala de aula. Como exemplos, temos desenhos ou esquemas no quadro, ilustrações ou

conceitos teóricos extraídos do livro didático da disciplina e explicados verbalmente durante a abordagem da temática.

Dentre os tipos de aprendizagem significativa, destaca-se a aprendizagem de conceitos, que é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois conceitos são também representados por símbolos particulares; porém, são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, *i. e.* representam regularidades em eventos ou objetos (Moreira, 2011, p.165).

De acordo com Pacheco (2006), o trabalho [de Isomeria Óptica] apresenta uma abordagem diferenciada para um conteúdo que na maioria das vezes é desconsiderado por livros didáticos e principalmente por professores do ensino médio. Pode-se utilizá-lo como uma forma alternativa para o ensino de isomeria óptica em situações onde já se pretende trabalhar o conteúdo tratado.

Diante da informação supracitada, o autor deste projeto sentiu-se bastante intrigado, questionando-se acerca dos motivos do afirmado por Pacheco (2006), qual seja a desconsideração do conteúdo relacionado à Isomeria Óptica nesses instrumentos didático-pedagógicos. Para tanto, como parte dos produtos deste trabalho, o autor realizou revisão bibliográfica de alguns livros didáticos comumente utilizados por professores do Ensino Médio do DF no ensino do componente curricular Química (seção 2.6, p.36-43).

Ressalta-se que os modelos concreto-mistos foram confeccionados manualmente pelo autor durante este estudo, a partir de bolas de isopor pintadas

a mão e palitos de dente, materiais de baixíssimo custo (seção 2.3, p.31). Por serem concretos (palpáveis), além de visuais, tais modelos constituem materiais dignos de manipulação por parte dos alunos, o que certamente favorece a apropriação dos conhecimentos do conceito de Isomeria Óptica, dentro do componente curricular Química, sob o enfoque das teorias cognitivas de Piaget e Ausubel (Moreira, 2011, p.95-106; 159-173).

Diante do exposto, o autor da pesquisa reuniu elementos suficientes que o levaram a acreditar que o modelo concreto-misto, que foi avaliado por meio deste estudo, reunia características de material potencialmente significativo, de acordo com a perspectiva ausubeliana, por aliar elementos concretos de Isomeria Óptica, ancorados a elementos subsunçores visuais do cotidiano (símbolos matemáticos tridimensionais, tais como esferas e estruturas de conexão ou ponte, tais como palitos de dente), além de outros subsunçores verbais e/ou numéricos utilizados pelo professor em sala de aula (desenhos, esquemas e/ou fórmulas químicas), culminando, dessa forma, na aprendizagem significativa de Ausubel, previamente tratada no item anterior.

2.3 Apresentação dos materiais confeccionados e utilizados na pesquisa

O autor deste trabalho produziu alguns materiais (produtos), de maneira a direcionar a pesquisa, permitindo inteirar os professores participantes desta pesquisa acerca das tipologias de modelos existentes (Gilbert & Boulter, 2000, p.46-47) e do conceito de Isomeria Óptica, exemplificada por meio de aplicações na indústria de medicamentos. Esses produtos encontram-se abaixo representados:

- Modelos concretos de Isomeria Óptica, confeccionados pelo autor, a partir de materiais de baixo custo, tais como bolinhas de isopor e palitos de dente. (Fig.01, p.31);
- Cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica (seção VI, Apêndice 01, p.92-96).

Além disso, outras produções relevantes foram a elaboração de instrumentos avaliativos, que, conforme sugerido pelo próprio nome, possibilitaram uma avaliação detalhada desses materiais confeccionados pelo autor, além da avaliação de livros didáticos elaborados por autores conceituados no Ensino de Química, com vistas à sua abordagem na facilitação do ensino do conceito de Isomeria Óptica, na perspectiva dos professores que participaram da presente pesquisa. Tais instrumentos avaliativos utilizados foram os seguintes:

- Questionários prévio e posterior (seção VI, Apêndices 2.1 e 2.2, p.98-100);
- Análise de livros didáticos de autores comumente adotados no ensino de Química, por escolas de Ensino Médio de Brasília-DF, frente aos PCNEM e à abordagem do conteúdo de Isomeria Óptica (seção 2.6, p.36-43).

2.4 Cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica

Este produto, desenvolvido por meio desta pesquisa, objetivou melhor esclarecer os professores participantes da pesquisa acerca das tipologias dos modelos, na perspectiva de Gilbert & Boulter (2000, p.). Além disso, explicações

adicionais sobre o conceito de Isomeria Óptica, acompanhados de exemplos dos isômeros Dextrógiro (D) e Levógiro (L) também foram apresentados aos professores por meio deste material desenvolvido pelo autor (seção VI, Apêndice 1, p.92-97).

2.5 Instrumentos de coleta de dados

Como instrumentos utilizados para coleta de informações dos participantes do estudo, de maneira a permitir a obtenção de dados para análise descritiva, foram utilizados dois tipos de questionários, elaborados pelo autor, em parceria com seu orientador. Tais instrumentos de ensino, que objetivaram fazer um levantamento de dados relacionados ao perfil profissional de cada professor pesquisado, além de explorar os conhecimentos prévios e posteriores (à aplicação da Cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica) acerca do uso de modelos, de maneira geral, e, mais especificamente, do uso de modelos do tipo concreto-misto, foram aplicados no período compreendido entre 13/08/2013 e 27/09/2013.

Os questionamentos foram elaborados compreendendo tanto questões objetivas, bem como subjetivas, com o intuito de se permitir análises descritivas *a posteriori*. Tais instrumentos de coleta de dados podem ser observados na seção VI (Apêndices 2.1 e 2.2, p.92-98).

Inicialmente, os questionários prévios, contendo quatorze (14) perguntas dos tipos objetivas e subjetivas foram aplicados a um grupo amostral (**N**) de dez

(10) professores, selecionados para participar da pesquisa. Em seguida, foram disponibilizadas pelo autor as Cartilha explicativas sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica aos participantes da pesquisa, solicitando aos mesmos, na ocasião, que a lêssem com atenção. Finalmente, os questionários posteriores, envolvendo apenas quatro (04) questões subjetivas, foram aplicados e recolhidos dos professores participantes, ao término do preenchimento pelo autor desta pesquisa.

Para facilitar a diferenciação, ao passo em que visando preservar o sigilo de identidade dos professores-alvo desta pesquisa, o autor optou por atribuir identificações de caracteres, de maneira a nomear cada um dos dez (10) sujeitos pesquisados com letras alfabéticas, iniciando pela primeira delas, "A", e finalizando com a décima letra do alfabeto, qual seja "J".

2.6 Análise de livros didáticos

Além do questionário, o autor ainda procedeu à análise da abordagem do conteúdo de Isomeria Óptica em três livros didáticos, escritos por autores renomados e comumente utilizados no ensino do componente curricular Química, em escolas de Ensino Médio do Distrito Federal, a partir do previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (MEC, 2006).

Os livros analisados foram os seguintes (p.37):

2.6.1 **Química na abordagem do cotidiano, vol. 3** – autores: Francisco Miragaia Peruzzo e Eduardo Leite do Canto. São Paulo: Moderna, 2006 [PNLD 2012, 2013 e 2014] (1);

2.6.2 **Química** – autora: Martha Reis. São Paulo: FTD, 2007 (2);

2.6.3 **Química, vol. 3** – autor: Ricardo Feltre. São Paulo: Moderna, 2008 (3).

A análise dos livros baseou-se na investigação da maneira como o conceito da Isomeria Óptica foi abordado por seus autores, considerando-se os PCNEM (MEC, 2006) como referência. Além disso, aspectos relacionados à apresentação formal dos conteúdos em cada livro (correção conceitual, coerência, proposta pedagógica, dentre outros) também foram levados em conta pelo autor, durante o estudo relatado nesta seção.

De maneira geral, o objetivo da análise realizada pelo autor foi averiguar se existia sintonia entre o conteúdo dos livros didáticos e a legislação e demais dispositivos legais que regulamentam e orientam a educação nacional, essenciais para que o livro represente uma ferramenta adequada e eficiente para se atingir os objetivos gerais do Ensino Médio, estabelecidos pelo Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), que estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Após tais considerações iniciais, o livro *Química na abordagem do cotidiano, vol. 3*, identificado acima como (1) destaca, logo em sua apresentação, que “a obra pretende auxiliar o aluno a compreender conceitos, aprimorar o

letramento científico e desenvolver competências desejáveis a qualquer cidadão”. Logo no parágrafo posterior, os autores acrescentam que “a imagem de abertura (sic), iniciada com uma foto relacionada ao tema, muitas vezes tem relação com o dia a dia, de modo a propiciar um ponto de partida motivador e instigar o desejo de aprender uma ciência extremamente vinculada à realidade” (Peruzzo e Canto, 2006, p.3).

Ademais, os autores também informaram que “no desenvolvimento dos conteúdos ao longo dos capítulos modificações foram realizadas. A utilização de imagens foi incrementada. Os exercícios foram atualizados, contemplando os vestibulares das diversas regiões brasileiras” (Peruzzo e Canto, 2006, p.3).

Peruzzo e Canto (2006, p.3) também destacaram que os aspectos relacionados às descobertas científicas, advindos das modernas linhas de pesquisa e aplicações tecnológicas, aspectos estes presentes no cotidiano, foram apresentados na seção intitulada *Informe-se sobre a Química*, presente ao final dos capítulos.

Por último, em termos estruturais, também merece destaque a informação de que, de acordo com os autores supracitados, "novos mapas conceituais foram acrescentados para encadear conceitos relevantes. Entre eles, mapas de página inteira constituem a nova seção *Estabeleça conexões*, inserida ao final de diversos capítulos e que trata das relações entre conceitos fundamentais da Química. Ao final de cada capítulo, outro mapa conceitual de página inteira oferece uma possível visão geral dos principais temas do volume" (Peruzzo e Canto, 2006, p.3).

Com relação à conceituação de Isomeria, ela é tratada pelos autores no Capítulo 4, a partir da página 136, com destaque para as seções: *O que você pensa a respeito?*; *Pare e situe-se* (texto introdutório); Isomeria Plana; Isomeria *cis-trans* (texto anexo: *Visão envolve conversão entre isômeros geométricos*). Entretanto, o tema de interesse central, qual seja a Isomeria Óptica, é abordado a partir da página 147 - subtópicos *Investigando imagens no espelho*; *Plano de simetria*; *Isomeria óptica e assimetria molecular*; *Isomeria óptica e presença de carbono quiral* (com *box Identificando carbono quiral em um ciclo*); *Polarização da luz*; *A luz polarizada e os enantiômeros*; *Por que o nome isomeria óptica?*; *Mistura racêmica*; *Efeitos fisiológicos dos enantiômeros* (com *box* abordando a *Talidomida*) - prolongando-se até a página 163 da obra didática, com destaque para atividades de verificação de aprendizagem, tais como exercícios adicionais e essenciais, além de texto *Informe-se sobre a Química*, e seção *Estabeleça conexões*, que, de maneira criativa e interessante, disponibiliza aos educando um *Mapa conceitual* construído sobre a *Isomeria*.

O livro *Química*, identificado como (2) na abertura desta seção, apresenta uma relação entre ensino e sociedade, baseando o processo ensino-aprendizagem nas necessidades sociais evidentes e atuais (CTS). De acordo com a autora, há, “na abertura das unidades, um pequeno texto sobre como a Química está inserida em nossas vidas” (Reis, 2007, p.4).

Já com relação à estrutura da obra, “a seção *Em pauta* desenvolve um tema de interesse geral, relacionado com a teoria que será estudada nas aulas seguintes. A seção é seguida por uma avaliação (*Exercícios em pauta*) com exercícios que mostram como o assunto é abordado no Enem ou em vestibulares” (Reis, 2007, p.4).

Conforme a opinião da autora, a programação do livro engloba “oito aulas [unidades] que desenvolvem o conteúdo do programa de Ensino Médio, [sendo que] cada aula [incorpora] uma sequência de exercícios”.

Por último, a seção *Projeto temático*, “possui informações que podem ser úteis no dia-a-dia do aluno com várias propostas de pesquisa visando orientar seu senso crítico e desenvolvimento” (Reis, 2007, p.4).

Com relação à abordagem da Isomeria Óptica, a autora dedicou, ao todo, dois capítulos do livro - totalizando oito páginas de conteúdo - ao tratamento do assunto. No capítulo 31, intitulado *Isomeria óptica: moléculas com um carbono assimétrico*, conceitos importantes, tais como: assimetria; isômero óptico; moléculas quirais; polarização da luz (Reis, 2007, p.178); atividade óptica - dextrógiro, levógiro, mistura racêmica (Reis, 2007, p.179), são explorados. Entretanto, apesar da boa qualidade das ilustrações, as ínfimas duas páginas dedicadas à análise do complexo assunto foram, na opinião do autor deste trabalho, excessivamente simplificadas diante da complexidade didática do conceito, limitando a eficácia do processo de ensino-aprendizagem, ao torná-lo demasiadamente simplificado.

De acordo com os PCNEM, "as competências gerais a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dizem respeito aos domínios da *representação e comunicação*, envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Química e da Ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos; da *investigação e compreensão*, ou seja, o uso de idéias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina; e da *contextualização*

sóciocultural, ou seja, a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com os aspectos políticos, econômicos e sociais de cada época e com a tecnologia e cultura contemporâneas" (PCNEM, 2006).

Além disso, a seção *Modelos representativos e explicativos* desses PCNEM dispõe, com relação à área de Química, o seguinte: Elaborar e utilizar modelos científicos que modifiquem as explicações do senso comum; por exemplo, a idéia de que óleo e água não se misturam devido a diferenças de densidade e não por questões de interação entre partículas.

Como já previamente citado neste trabalho, a Isomeria Óptica é um conceito que se encontra dentro do nível microscópico. Assim sendo, e considerando que não conseguimos enxergar tais fenômenos químicos sem a ajuda de microscópios especiais, o uso de *modelos* (especialmente os *concretos*), aliados a elementos presentes no cotidiano dos educandos (*mistos*), é fundamental para que o professor, ao apresentar o modelo macroscópico, proporcione a seus alunos uma aprendizagem significativa do conceito por meio da experimentação que, conforme Silva e Zanon (2000), muitas vezes é utilizada como organizador prévio, dentro da perspectiva ausubeliana. Infelizmente, alguns autores não exploram tais ferramentas adequadamente, apesar de suas funções ímpares na facilitação do processo de ensino-aprendizagem.

Assim sendo, após outras duas páginas dedicadas às seções *Exercícios em aula* e *Exercícios complementares*, o segundo capítulo, intitulado *Isomeria óptica: moléculas com mais de um carbono assimétrico*, trata da explicação, também superficial - em virtude do mesmo argumento supracitado - dos conceitos: *enantiomorfos* (ou *moléculas quirais*); *diastereoisômeros* (ou *diastereômeros*);

fórmulas básicas para o cálculo do *número de isômeros ópticos ativos e misturas racêmicas* (Reis, 2007, p.182); *composto meso* (Reis, 2007, p.183). O capítulo se encerra após duas novas páginas dedicadas às seções *Exercícios em aula e Exercícios complementares*.

No livro *Química, vol. 3* (Feltre, 2008), identificado como (3) - comumente utilizado em escolas secundárias particulares no DF – o autor inicialmente apresenta a obra, destacando que na presente edição houve preocupação em articular a Química com outras ciências, através da “introdução de boxes intitulados **Um pouco de Matemática, Um Pouco de Física, Um pouco de Biologia** e outros semelhantes” (Feltre, 2008, p.3).

No encorpado Volume 3 (apresenta cerca de 560 páginas, sem contar o suplemento para o professor, que contém um adicional de 103 páginas), percebe-se que o autor apresenta, na Introdução, a definição de luz natural ou polarizada de forma simples e acessível ao estudante, valorizando o uso de figuras tridimensionais e representações cartesianas, sem menosprezar o conhecimento científico envolvido.

Em seguida, no subtópico “Como polarizar a luz?”, Feltre apresenta o conceito de polaroides e explica como esses cristais de substâncias orgânicas complexas polarizam a luz, dando exemplos de aplicações em óculos de sol, câmeras fotográficas, etc. Na mesma seção, o autor apresenta o polarímetro, dispositivo utilizado para medir a atividade óptica da substância em análise, acrescentando box intitulado “Um pouco de Geologia”, com explanação acerca do “prisma de Nicol” (Feltre, 2008, p.249 e 250).

A partir daí, o autor adentra no tema das “Substâncias opticamente ativas”, quais sejam aquelas que apresentam atividade óptica, tecendo breve histórico sobre a luz polarizada e a descoberta de cristais de quartzo que desviam o plano de polarização da luz, constituindo formas geométricas assimétricas. Inteligentemente, o autor lança mão da analogia na tentativa de melhor explicar o conceito de assimetria, comparando o letreiro de um caminhão do Corpo de Bombeiros com a imagem dessas mesmas letras refletidas no retrovisor de um carro (Feltre, 2008, p.251). No mesmo subtópico, o autor também explica o conceito de assimetria, destacando o tipo de “assimetria quiral”, dando exemplos, através de sua etimologia (origem grega) e figuras. Assim sendo, prepara o terreno para introduzir os termos levogiro e dextrogiro, relacionados ao desvio da luz polarizada pelos cristais de quartzo previamente mencionados (Feltre, 2008, p.252).

Finalmente, nas páginas seguintes, o autor explica detalhadamente, além de destacar exemplos conceituais teóricos e ilustrados, a Isomeria ótica com e sem carbono(s) assimétrico(s), apresentando exercícios de revisão básicos e complementares, pesquisa e atividade prática acerca do conteúdo lecionado. Por último, porém não menos importante, ele disponibiliza um texto para leitura, intitulado “A natureza é quiral”, destacando questões acerca do mesmo (Feltre, 2008, p.253-267).

Diante do exposto, é notória a percepção de que existe uma ampla variedade de abordagens do tema em tela, de acordo com cada autor, cabendo ao professor a escolha daquele que melhor atende às necessidades dos alunos, sem perder de vista os objetivos estabelecidos pelas regras que norteiam a educação básica nacional.

III – OBJETIVOS PROPOSTOS

3.1 Objetivo Geral

Este projeto objetivou avaliar o uso dos modelos do tipo concreto-mistos, previamente apresentados e cuja escolha foi justificada, no ensino do conceito de Isomeria Óptica, por professores que lecionam o componente curricular Química em escolas de ensino médio da capital federal Brasília, Distrito Federal (DF).

A partir das duas hipóteses levantadas, de que:

- 3.1.1 A visão dos professores de ensino médio de Química de Brasília-DF acerca do uso de modelos do tipo concreto-misto na explicação do conceito de isomeria óptica é positiva; e
- 3.1.2 Na visão dos professores, o uso de modelos desse tipo, por alunos do ensino médio, melhora a compreensão do conceito de isomeria óptica, dentro do componente curricular do Ensino de Química.

3.2 Objetivos específicos

Com intuito de testar as hipóteses supramencionadas, o autor propõe duas perguntas-chave, quais sejam:

- Qual a visão dos professores de Química do ensino médio de Brasília-DF acerca do uso de modelos concreto-mistos na explicação do conceito de isomeria óptica?

- Na opinião dos professores, o uso de modelos desse tipo, por alunos do ensino médio, melhora a compreensão do conceito de isomeria óptica, dentro do componente curricular Química?

Assim sendo, os objetivos específicos do presente projeto são os seguintes:

- 3.2.1 Elaborar e apresentar, aos professores-alvo do estudo, uma cartilha explicativa sobre o que são modelos concretos mistos e sobre como utilizá-los no ensino de isomeria óptica, dentro do componente curricular Química, no Ensino Médio;
- 3.2.2 Testar, através da aplicação dos questionários da seção anterior (vide item 2.4), as hipóteses apresentadas nos itens 3.1.1 e 3.1.2.
- 3.2.3 Avaliar três livros didáticos selecionados de autores renomados do Ensino Médio (subseção 2.6, p.36-43), comumente utilizados por professores no componente curricular Química.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a serem apresentados nesta seção foram baseados nos materiais e métodos previamente apresentados e discutidos, quais sejam: modelos concreto-mistos; cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica; além dos Questionários Prévio e Posterior, confeccionados pelo autor desta pesquisa, auxiliado por discussões com o seu orientador.

Ademais, os dados coletados, através dos Questionários Prévio e Posterior, permitiram a realização de análise descritiva, que será discutida nesta seção, a partir da página 49. Ressalta-se que todos os gráficos produzidos foram projetados através do *software* Excel 2007 (Microsoft®).

Diante dos esclarecimentos supracitados, a aplicação dos questionários ocorreu no período compreendido entre 13/08 a 27/09/2013, durante encontro informal presencial (ou intermediado pelo coordenador pedagógico) com professores do componente química do Ensino Médio (E.M.) de escolas das redes pública e privada do Distrito Federal (DF), as quais foram selecionadas aleatoriamente, que não serão mencionadas por motivo de sigilo prometido pelo autor antes do início da intervenção. Entretanto, é conveniente destacar que algumas escolas, tanto públicas como particulares, por questão procedimental administrativa, preferiram que os questionários fossem deixados com o coordenador pedagógico que, em momento apropriado, realizou a aplicação daqueles, juntamente com a disponibilização da cartilha explicativa acima descrita.

Contudo, ressalta-se que, independentemente da maneira através da qual as aplicações foram realizadas - direta ou indireta - é imperioso esclarecer que todas as aplicações ocorreram em momentos distintos, seguindo sempre a seguinte ordem de aplicação (p. 47):

1. Aplicação dos Questionários Prévios;
2. Recolhimento dos Questionários Prévios, devidamente preenchidos pelos professores voluntários;
3. Aplicação das Cartilhas explicativas sobre Tipologia e Isomeria Óptica* - o autor as disponibilizou aos professores participantes da pesquisa, sugerindo que eles realizassem a leitura das informações ali presentes de maneira dinâmica (sugerindo que o tempo aproximado de leitura seria de cerca de 15 a 20 minutos, aproximadamente). Aos participantes que demonstraram excessiva preocupação com o tempo disponível, foi sugerido que estes fizessem a leitura em outra ocasião, após o preenchimento e entrega do Questionário Prévio ao pesquisador.

* Ao final da entrevista, os instrumentos de orientação utilizados foram oferecidos aos sujeitos da pesquisa, como cortesia;
4. Aplicação dos Questionários Posteriores;
5. Recolhimento dos Questionários Posteriores, devidamente preenchidos pelos sujeitos-alvo da pesquisa.

Ao todo, foram aplicados, satisfatoriamente, conjuntos de dez (10) questionários prévios e posteriores, sendo disponibilizadas ao público-alvo da intervenção, no ínterim entre esses dois instrumentos de coleta de dados, uma Cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica (seção VI, (Apêndices, p.92-97). Portanto, o grupo amostral pesquisado (**N**) é equivalente a dez (10), ou seja, **N=10**.

Assim sendo, inicialmente serão apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa realizada - acima descrita - e, somente em seguida, o autor procederá a discussão dos resultados derivados da pesquisa descritiva supramencionada.

Objetivando testar as hipóteses levantadas (seção III, p.44), os dados coletados foram mensurados com relação aos critérios abaixo delineados, separados por subtópicos:

- 4.1 Redes de ensino em que trabalham os professores;
- 4.2 Distribuição das turmas de Ensino Médio para cada professor;
- 4.3 Relação entre conteúdos e quantitativo de professores;
- 4.4 Uso de modelos no Ensino de Química pelos professores;
- 4.5 Tempo de regência no componente curricular Química;
- 4.6 Tempo de formatura no componente Química;
- 4.7 Faixa etária dos professores de Química do Ensino Médio;
- 4.8 Distribuição dos professores de Química do E.M, de acordo com o sexo.

4.1. Redes de ensino em que trabalham os professores

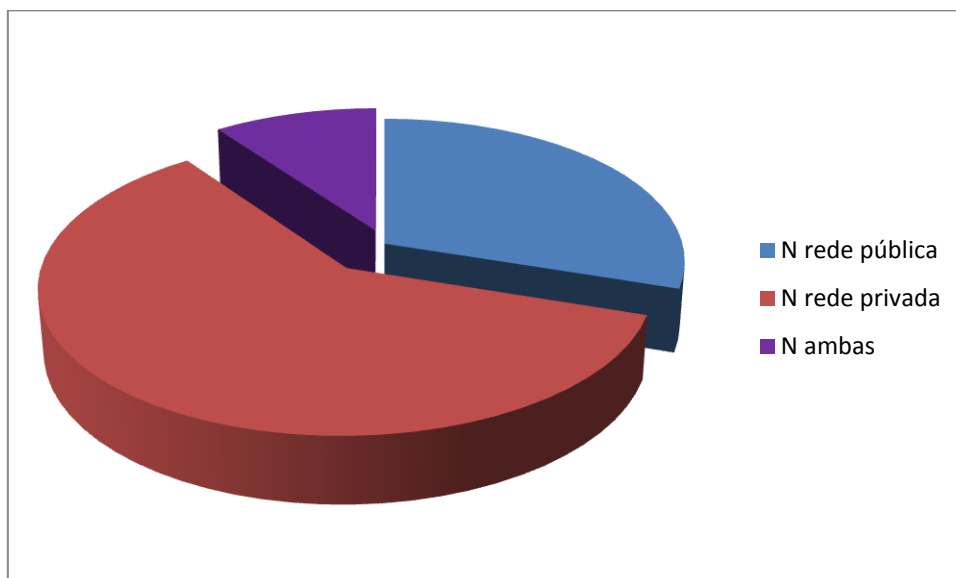


Gráfico 01. Proporção de professores avaliados, em função da rede de ensino.

A partir da análise do gráfico acima, observa-se que a pesquisa selecionou um quantitativo maior de professores da rede privada de Ensino (**N=6**), sendo apenas três deles da rede pública (**N=3**). Ademais, do conjunto total de participantes da pesquisa, curiosamente, apenas um deles leciona, concomitantemente, em ambas as redes de Ensino (pública e particular), para o qual **N = 1**.

A seleção acima descrita justifica-se pelo fato de vários questionários terem sido enviados (e-mail) ou entregues a outros professores, das redes pública e privada, uma vez que seria desejável maximizar o grupo amostral **N**. Contudo, diante de fatores que fogem aos objetivos propostos nesta pesquisa, muitos desses instrumentos de coleta de dados infelizmente não foram devolvidos ao autor da pesquisa, em tempo hábil para o fechamento da mesma.

Isso pode ter ocorrido devido ao fato dos sujeitos-alvo da pesquisa serem professores de Ensino Médio, cujas agendas profissionais são sobrecarregadas, plenas de responsabilidades, ocupando regularmente uma alta carga-horária semanal no cumprimento de seus ofícios, o que obviamente acarreta em baixa disponibilidade e motivação dos mesmos para participarem da pesquisa. Ressalta-se, inclusive, que tal suposição baseia-se na observação da pesquisa ter apresentado apenas um único professor que lecionava, concomitantemente, em ambas as redes de E.M. (pública e privada);

Além disso, os procedimentos administrativos burocráticos, adotados por algumas escolas como pré-requisitos, também constituíram entrave ao acesso direto e rápido aos sujeitos-alvo da pesquisa, acarretando no aumento do tempo despendido, sujeitando o autor a procedimentos como se deslocar à Secretaria do Programa de Pós-Graduação para solicitar documentos comprobatórios de sua situação regular discente no mesmo para entregar em tais instituições de ensino, antes de dar continuidade à pesquisa.

Observa-se que ambas as justificativas supramencionadas acarretaram, sob diferentes perspectivas (na dos sujeitos-alvo da pesquisa - no primeiro caso; e na do autor, no segundo), no atraso das coletas de dados, o que, naturalmente, implicou na diminuição do grupo amostral (**N**) pesquisado, uma vez que o discente de pós-graduação tem prazo estabelecido em regulamento para conclusão da pesquisa.

4.2. Distribuição das turmas de Ensino Médio para cada professor

Os resultados da projeção realizada seguem a partir da página seguinte, sendo representados pelos gráficos 02 (abaixo), 03, 04 e 05 (p.52-53), que ilustram, respectivamente, a distribuição percentual (%) de professores, em função das séries do E.M. para as quais lecionam; e da distribuição das séries do E.M, de acordo com cada professor pesquisado ("A" a "J").

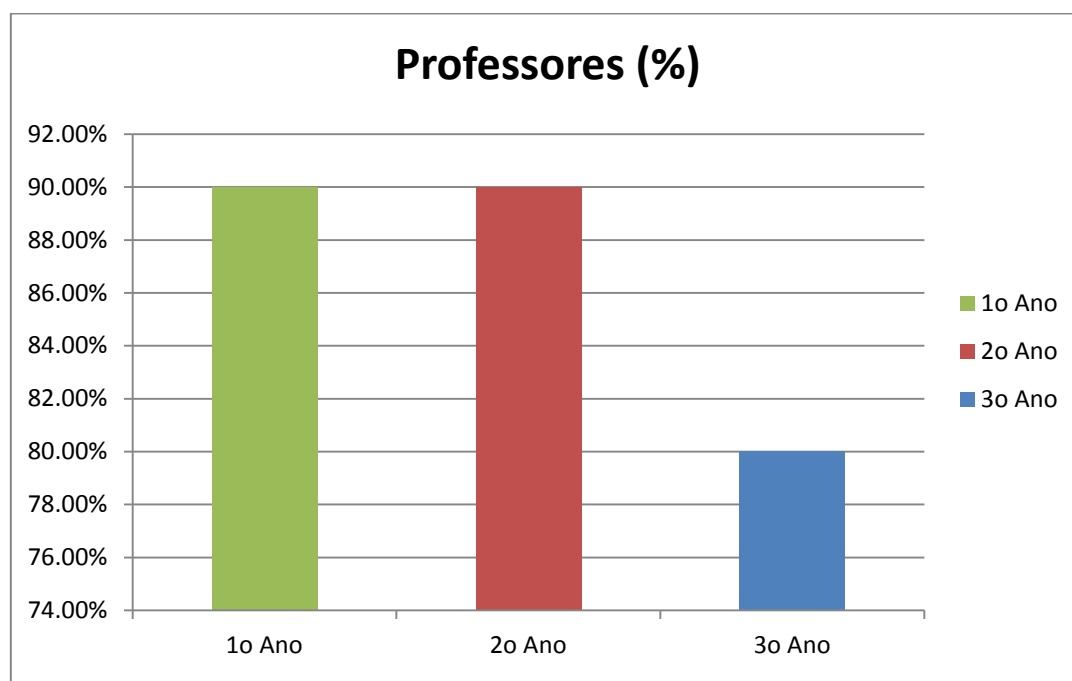


Gráfico 02. Distribuição de professores (%) em função das séries do E.M. que lecionam no momento da pesquisa.

De acordo com as informações contidas no gráfico acima, observa-se que 90% dos professores participantes da pesquisa afirmaram lecionar para turmas de 1º e 2º Anos do E.M. Já com relação ao 3o Ano do E.M, tal percentual caiu levemente para 80% do total de participantes da pesquisa.

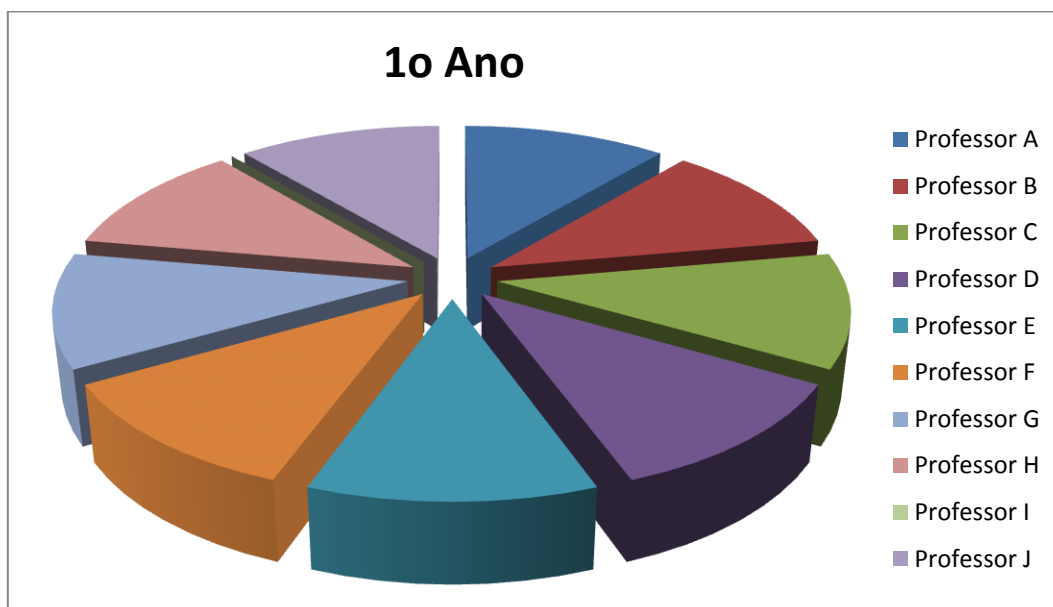


Gráfico 03. Distribuição das séries de 1º Ano do E. M., por professor (A a J).

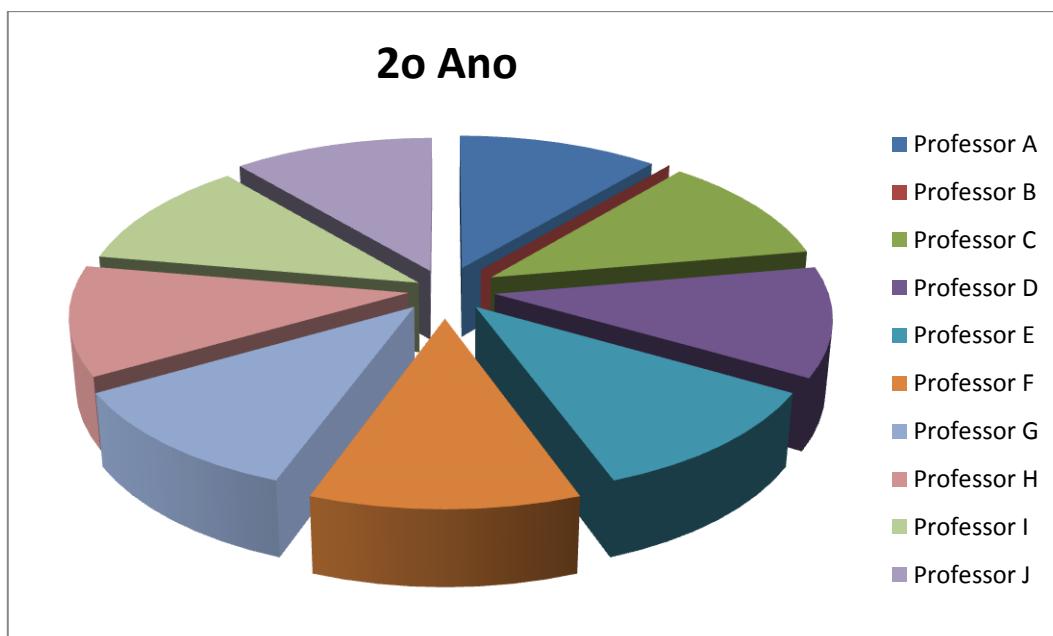


Gráfico 04. Distribuição das séries de 2º Ano do E. M., por professor (A a J).

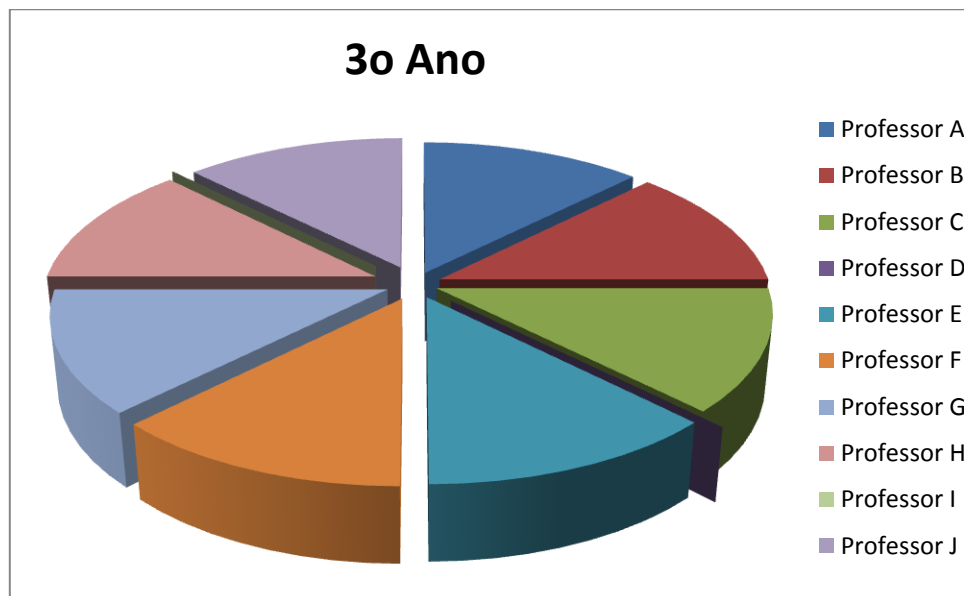


Gráfico 05. Distribuição das séries de 3º Ano do E. M., por professor (A a J).

Analisando descritivamente os gráficos 03 e 04 (p.52), e o gráfico 05 acima, nota-se que, dentre o **N** pesquisado, 70% dos professores já lecionaram para todas as três séries do E.M (1º, 2º e 3º Anos) - professores "A", "C", "E", "F", G, H e "J", enquanto que 80% o fez para o 3º Ano, similarmente ao quantitativo de professores que lecionaram para o 1º e 2º Anos, concomitantemente.

Além disso, observa-se que apenas 20% desse **N** lecionou, concomitantemente, para apenas duas séries do E.M. - professor "B" (1º e 3º Anos); e professor "D" (1º e 2º Anos); e apenas um professor pesquisado (10%) afirmou já ter lecionado para apenas uma das séries do E.M - professora "I" (2º Ano).

4.3 Relação entre conteúdos informados e quantitativo de professores

Com relação a este quesito, o autor projetou gráficos variados (do tipo coluna), na tentativa de explorar a relação entre a proporção de conteúdos lecionados em função da quantidade de professores que participaram voluntariamente da pesquisa.

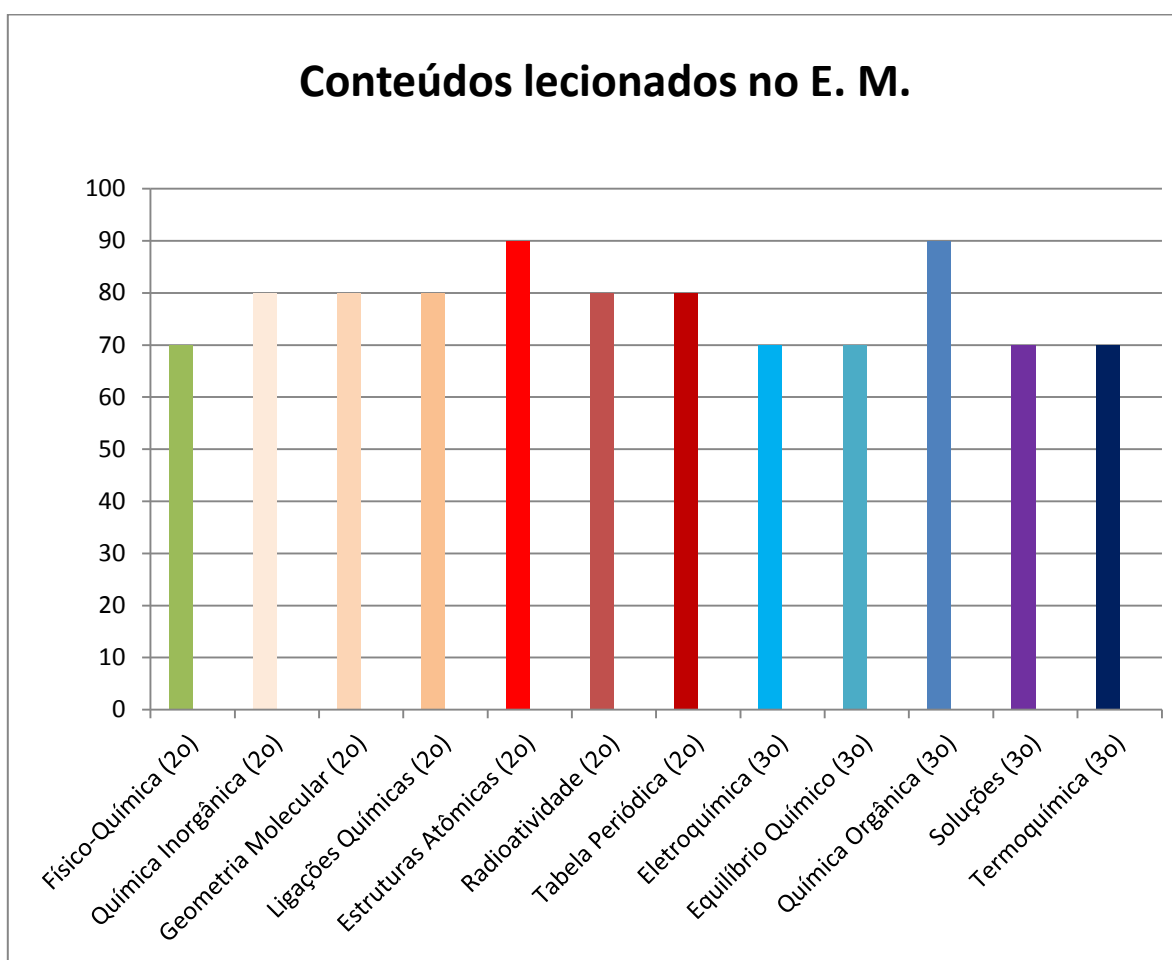


Gráfico 06. Distribuição de conteúdos lecionados pelos professores participantes da pesquisa (%).

A análise do gráfico acima (p.50) permite concluir que, dentre os conteúdos elencados pelos professores no E. M. que participaram da pesquisa, alguns foram lecionados em frequência superior a de outros (variação de 0 a 20%), o que pode ser justificado pela diferença na distribuição de séries, previamente apresentada nos gráficos 03, 04 e 05 (p.52-53).

Dentre os conteúdos que foram lecionados com maior frequência pelos professores participantes da pesquisa, destacam-se os seguintes: Estruturas Atômicas (2º Ano); e Química Orgânica (3º Ano), todos eles ministrados por 90% do total amostral pesquisado. Tal predominância possivelmente se justifica em virtude de maior prevalência de questões versando sobre esses conteúdos nos exames de seleção para o nível superior (ENEM, PAS, Vestibular tradicional), tal qual foi frisado nas respostas dos professores "A", "B" e "I", com relação ao item "d" do Questionário Prévio (seção VI, Apêndice 2.1, p.98), item que questionou sobre os conteúdos que os docentes entrevistados costumavam ministrar nas escolas onde trabalham.

Além disso, outro argumento que reforça a presente descrição é que a exploração de questões versando sobre Isomeria Óptica - conceito que está inserido no conteúdo de Química Orgânica supradestacado - pelos exames pré-vestibulares nacionais foi ressaltado por outros 30 % dos professores ("C", "H", "I"), em resposta à questão "i" do já referido questionário aplicado (seção VI, Apêndice 2,1, p.99).

Os conteúdos Físico-Química (2º Ano); Eletroquímica, Equilíbrio Químico, Soluções e Termoquímica (3º Ano) foram lecionados por apenas 70% dos professores que responderam aos questionários (Gráfico 06, p.54), discutida na

subseção 4.2 (p.51-53), onde observa-se que o percentual de professores que lecionam para o 3º Ano é inferior àquele referente ao 1º e 2º Anos do E.M.

Os demais conteúdos, mencionados pelos professores nos Questionários Prévios, foram lecionados com frequência intermediária pelo grupo amostral pesquisado. Foram eles os seguintes: Geometria Molecular, Ligações Químicas, Química Inorgânica, Radioatividade e Tabela periódica (2º Ano) - todos no percentual proporcional de 80%.

4.4 Uso de modelos no Ensino de Química pelos professores de E.M

A partir dos dados referentes à utilização de modelos extraídos pelo autor, por meio dos **questionários avaliativos prévios** (seção VI, Apêndice 2.1, p.98-99), entregues e recolhidos dos professores voluntários que participaram da pesquisa, observou-se o seguinte:

Nos Questionários Prévios aplicados aos participantes da presente pesquisa constavam quatorze (14) questões, cujo objetivo foi avaliar sobretudo o uso de modelos no ensino de Química, na perspectiva desses professores do Ensino Médio de escolas públicas e privadas do DF.

Com relação ao quesito em tela, qual seja o "Uso de modelos no ensino de Química", o autor observou as informações respondidas no item "e" (seção VI, Apêndice 2.1, p.98), o que permitiu observar que apenas quatro professores (40% do grupo amostral) assinalaram costumar utilizar tais modelos no ensino (professores "C", "D", "F" e "G").

Além disso, conforme o esperado, a tipologia utilizada por cada um deles apresentou variação. Verificando as respostas fornecidas pelos professores no item "f" observou-se, dentre os 40% de professores que afirmaram utilizar modelos no Ensino de Química, o predomínio de uso do modelo do tipo concreto em 20% dos casos (professores "C" e "F").

Melhor detalhando as respostas observadas nos questionários prévios analisados, o professor "C" afirmou que usa modelo adquirido em loja especializada de Química (do tipo *framework*), além de desenvolver com os alunos modelos feitos com bolas de isopor e palitos, guardando semelhanças estruturais (por se tratar de modelo material tridimensional) com o modelo do tipo concreto-misto, apresentado pelo autor desta pesquisa nas subseções 2.3 (p.33-34) e 2.4 (p.34-35).

Por sua vez, o professor "F" afirmou que utiliza modelos explicativos e concretos, além de representações através de desenhos ou vídeos, compartilhando, também, semelhanças conformacionais (expressos pelos componentes visuais, verbais e/ou numéricos) com o modelo do tipo concreto-misto previamente apresentado (seção 2.2, Fig.01, p.31).

Dentre os demais participantes que responderam afirmativamente ao item "e", explicitando o(s) tipo(s) de modelo(s) que costumam utilizar no espaço disponível à resposta no item "f", o professor "G" afirmou usar modelos computacionais, de massas e dinâmicos; enquanto que o professor "D", apesar de ter respondido afirmativamente à questão "e", deixou o item seguinte ("f", seção VI, Apêndice 2.1, p. 98) - em branco.

Outro dado interessante percebido foi que 40% dos professores afirmaram já terem usado modelos no ensino de Química. Por outro lado, 60% dos professores afirmaram nunca tê-los usado, no questionário avaliativo prévio. Tal resultado trouxe à luz uma questão inquietante: Será que tais professores, de fato, nunca usaram modelos em sala de aula? Ou, na verdade, a resposta poderia ter aparecido como fruto de uma certa incompreensão acerca do que são esses modelos, e de quais seriam as suas possíveis tipologias, por esses profissionais da educação?

No sentido de dirimir tais dúvidas, a estratégia adotada pelo autor foi realizar uma análise comparativa dos dados coletados através dos Questionários prévios com aqueles obtidos a partir da aplicação dos Questionários posteriores. Esta análise será oportunamente apresentada a partir dos próximos parágrafos.

Nos **questionários avaliativos posteriores** (seção VI, Apêndice 2.2, p.100) foram aplicadas quatro (04) questões aos professores que participaram da pesquisa, sendo algumas delas, inclusive, repetidas, objetivando avaliar a eficiência da influência da Cartilha Explicativa sobre Modelos e Isomeria Óptica (seção VI, Apêndice 01, p.92-97), a qual foi disponibilizada a todos os

participantes, no íterim compreendido entre a aplicação dos Questionários Prévios e Posteriores.

A partir do item "a", que argumentou sobre que tipo de modelos os participantes costumavam utilizar no ensino de Química - o autor deste estudo realizou levantamento de algumas respostas, fornecidas pelos professores que participarem da pesquisa, cujos destaques seguem abaixo:

- "[Utilizo] praticamente todos [os modelos referenciados na cartilha], em todas as aulas" - professora "A";
- "Prefiro trabalhar com o modelo visual, principalmente com o uso de vídeos" - professor "B";
- "Utilizo modelos concretos e visuais" (**Concreto-mistos**) - professor "C";
- (Utilizo modelos do tipo) "concreto-misto" - professor "D";
- "Não utilizo modelos de nenhum tipo no ensino. Utilizo mais desenhos" - professor "E";
- (Utilizo modelos dos tipos:) "Concreto, verbal, visual, matemático, gestual, "todos" (eles) "mistos (sempre acompanham explanação)" - professora "F";

- "Para o ensino aprendizagem, os modelos que costumo utilizar são os modelos concretos de isômeros ópticos" - professor "G";
- (Uso modelos dos tipos:) "concreto, verbal-misto e visual-misto" - professor "H";
- (Utilizo modelos dos tipos:) "Concreto, verbal e visual" - professor "I";
- "Às vezes visual e verbal-misto" - professor "J".

Analisando as respostas acima, extraídas a partir dos questionários posteriores aplicados, observa-se que, após a disponibilização da Cartilha explicativa, a quase totalidade dos professores pesquisados - 90% (todos, exceto o professor "E") afirmaram utilizar modelos, de diferentes tipologias, no ensino de Química. Quando comparado com o resultado observado no levantamento feito pelo item "f", cujo **N** foi igual a 40%, remete à conclusão de que, antes da disponibilização da Cartilha explicativa pelo autor, a compreensão acerca do conceito de tipologia de modelos ainda não se encontrava perfeitamente sedimentada nos professores de Química do Ensino Médio participantes desta pesquisa. Contudo, após a leitura daquele material, observou-se que os professores, ao tomar ciência acerca de seu conteúdo, formaram opinião sobre o assunto, passando a informar dados mais precisos que refletem, com maior acuidade, o contexto atual da utilização de modelos no ensino de Química, por professores do E.M.

Assim sendo, apenas um (01) professor (10%) - professor "E" afirmou não utilizar modelos de nenhum tipo no Ensino, entretanto este ponderou utilizar "mais desenhos". De acordo com a tipologia de Gilbert e Boulter (2000, p.46-47), tal instrumento de ensino utilizado pelo professor "E" caracteriza um modelo do tipo visual. Portanto, partindo desta análise, observa-se um evidente equívoco do participante supracitado com relação às tipologias de modelos apresentadas na Cartilha Explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica, fato que possivelmente sugere uma leitura desatenciosa e/ou desinteressada do instrumento disponibilizado pelo autor no ínterim entre a aplicação dos Questionários Prévio e Posterior.

* OBS: O gráfico 07 abaixo será utilizado como referência para os resultados e discussões apresentados nas próximas subseções 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8 (p.62-65).

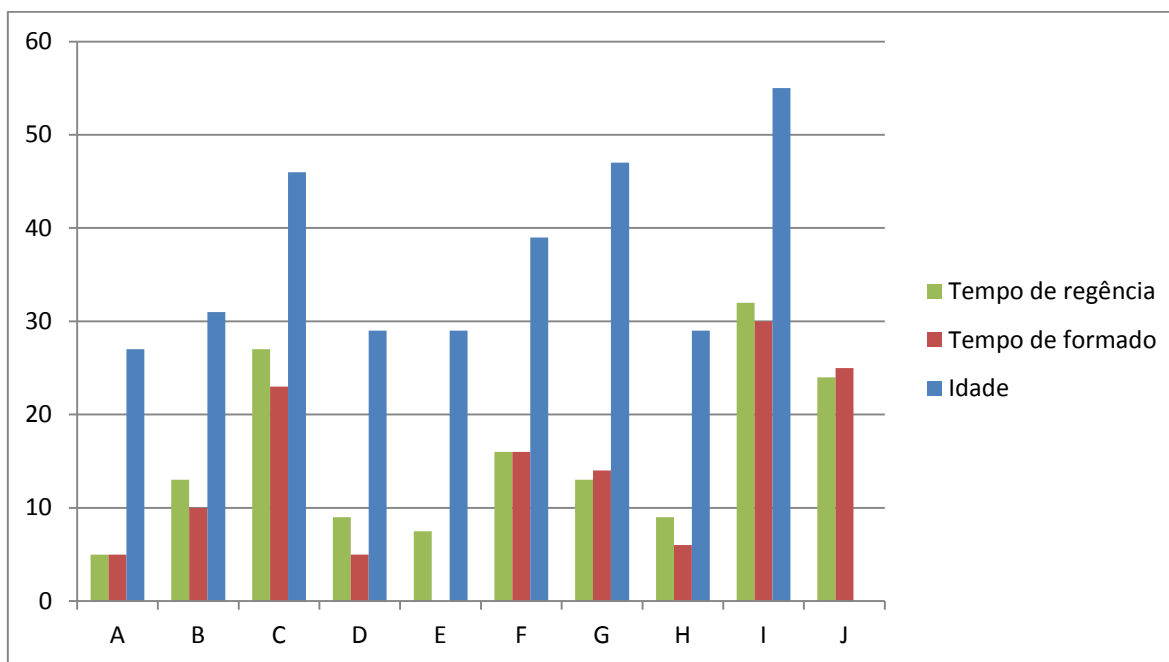


Gráfico 07. Tempo de regência, tempo de formado e idade (em anos) para cada professor de E.M. pesquisado ("A" a "J").

4.5 Tempo de regência no componente curricular Química

Pela observação do gráfico 07 (p.61), que disponibiliza (na coluna em verde) o tempo de regência de cada professor de E.M., no componente curricular Química, depreende-se que o tempo de regência dos professores avaliados nesta pesquisa oscilou de cinco (05) anos - professora "A" - a trinta e dois (32) anos - professor "H".

4.6 Tempo de formatura no componente Química

Uma rápida observação no gráfico 07 (p. 61) é suficiente para apontar o quantitativo de tempo de formatura no componente curricular Química (na coluna em vermelho), de cada professor de E. M. pesquisado (em anos), que variou de cinco (5) anos - professores "A" e "D" - a trinta (30) anos - professora "I".

Ainda tomando como base o gráfico 07 (p. 61), é interessante observar que um dos professores pesquisados - professor "E", representado na legenda do gráfico acima pela cor verde escura - aparece com a indicação de zero (0) anos para o fator pesquisado, qual seja o tempo de formatura em Química. Isso aconteceu porque, curiosamente, o professor informou, na questão correspondente, quando do preenchimento do questionário prévio, não ter concluído o ensino superior em Química até o presente, apesar de ter cursado esse componente durante quatro anos e meio (4,5 anos), tendo, após tal período,

abandonado o curso. Contudo, o professor permanece lecionando em uma escola particular do DF. Para melhor se situar, seria aconselhável ao leitor verificar o item referente ao Questionário Prévio apontado, mais especificamente na questão "h" (Seção VI, Apêndice 02, p.99).

É interessante observar que, de acordo com o gráfico 07, 60% dos professores ("B", "C", "D", "E", "H" e "I") participantes desta pesquisa já lecionavam a uma média que variou de 2 a 7,5 anos mesmo antes de estarem formados no componente curricular Química, o que aponta em direção a uma necessidade de inserção precoce no mercado profissional no DF, enquanto os 40% restantes se formaram antes de começar a lecionar ("A", "F", "G" e "J").

Diante de tal quadro observado, o autor desta análise descritiva recomenda mais pesquisas com um **N** suficientemente significativo para averiguação minuciosa da relação existente entre o tempo de regência e o tempo de formado de professores do componente curricular Química (e de outros componentes) no DF e em nível nacional. Seria também conveniente acrescentar um instrumento que pudesse aferir as prováveis causas que levam ao ingresso precoce no mercado de trabalho, caso essa se constate mesmo uma realidade.

4.7 Faixa etária dos professores de Química do E. M.

O gráfico 07 (p.61) demonstra grande variação de faixa etária dos professores participantes da pesquisa*. Através de sua análise (na coluna em azul), verifica-se que as idades desses profissionais pesquisados variaram de vinte e sete (27) anos - professora "A" - a cinquenta e cinco (55) anos - professora "I", conferindo uma variação total numérica de 28 anos.

* OBS: Torna-se necessário esclarecer que o esboço do fator idade (coluna em azul) foi excluído do gráfico 07 acima (p. 61) para o professor "J", em virtude deste não ter preenchido tal informação, solicitada no campo referente à idade, quando do preenchimento de seu questionário prévio.

4.8 Distribuição dos professores de Química do E. M., de acordo com o sexo

Com relação ao sexo dos professores de Química do E. M. que participaram desta pesquisa, observou-se que a maioria dos participantes foi do sexo masculino (**N** = 7), comparado a apenas três (03) participantes do sexo feminino (**N** = 3), o que pode ser melhor visualizado no gráfico abaixo:

Diante do exposto, de maneira a se analisar mais profundamente tal situação, que foge ao escopo da pesquisa realizada, o autor sugere a realização de nova pesquisa com um grupo amostral expressivamente maior, tendo como

base ainda os dados disponíveis em bancos de dados do Ministério da Educação (MEC) e/ou das Secretaria de Estado de Educação do DF (SEEDF).

Esgotada a análise descritiva e discussão dos dados coletados através dos questionários prévios, a partir das próximas subseções o autor avaliará e discutirá os resultados obtidos por meio de análise descritiva, a partir das questões subjetivas respondidas pelos professores entrevistados nos questionários posteriores (seção VI, Apêndice 2.2, p.100), aplicados individualmente pelo autor desta pesquisa aos professores-alvo da presente.

4.9 Correlação entre Redes de Ensino e Uso de Modelos por professores de Química do Ensino Médio.

CORRELAÇÃO ENTRE AS REDES DE ENSINO ONDE OS PROFESSORES LECIONAM E O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA				
Professores pesquisados	Rede de Ensino	Usa modelos? (Q. Prévio)	Usa modelos? (Q. Posterior)	
A	Privada	Não	Sim	
B	Privada	Não	Sim	
C	Pública e Privada	Sim	Sim	
D	Privada	Sim	Sim	
E	Privada	Não	Não	
F	Pública	Sim	Sim	
G	Pública	Sim	Sim	
H	Privada	Não	Sim	
I	Privada	Não	Sim	
J	Pública	Não	Sim	

Tabela 01. Correlação entre a rede de ensino em que os professores de Química do E.M. lecionam e o uso de modelos.

De acordo com o observado na tabela acima, nota-se que, dentre os **N** de professores exclusivos da rede privada (60% do **N** total pesquisado), cerca de 67% modificaram suas respostas negativas com relação ao uso de modelos no ensino (questionário avaliativo prévio), passando a afirmar categoricamente que usualmente utilizam essas ferramentas no ensino de Química.

Por outro lado, considerando-se o **N** de participantes da rede pública, exclusivamente (30% do **N** total pesquisado), apenas um (01) professor - aproximadamente 33% - alterou sua resposta com relação ao uso de modelos no ensino de Química, quando do preenchimento do questionário avaliativo posterior, passando então a afirmar que geralmente utiliza esses instrumentos no ensino.

4.10 Correlação entre Tempo de Regência e Uso de Modelos no E. M

CORRELAÇÃO ENTRE O TEMPO DE REGÊNCIA E O USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Professores pesquisados	Tempo de Regência (Em Anos)	Usa modelos? (Q. Prévio)	Usa modelos? (Q. Posterior)
A	5	Não	Sim
B	13	Não	Sim
C	27	Sim	Sim
D	09	Sim	Sim
E	7,5	Não	Não
F	16	Sim	Sim
G	13	Sim	Sim
H	09	Não	Sim
I	32	Não	Sim
J	24	Não	Sim

Tabela 02. Correlação entre o tempo de regência dos professores de Química do E.M e o uso de modelos.

Conforme previamente destacado, a elevada alternância de opinião contrária (60%) a favorável (90%) de alguns professores acerca do uso de modelos no ensino, após a leitura da Cartilha explicativa, comprova a efetividade do instrumento informativo disponibilizado na prestação de esclarecimentos sobre as tipologias de modelos de Gilbert e Boulter (2000, p.46-47).

4.11 Correlação entre Tempo de Formação dos professores de Química do Ensino Médio e o Uso de Modelos

CORRELAÇÃO ENTRE O TEMPO DE FORMATURA DOS PROFESSORES DE QUÍMICA E O USO DE MODELOS			
Professores pesquisados	Tempo de Formação (Em Anos)	Usa modelos? (Q. Prévio)	Usa modelos? (Q. Posterior)
A	5	Não	Sim
B	10	Não	Sim
C	23	Sim	Sim
D	5	Sim	Sim
E	-*	Não	Não
F	16	Sim	Sim
G	14	Sim	Sim
H	6	Não	Sim
I	30	Não	Sim
J	25	Não	Sim

Tabela 03. Correlação entre o tempo de formação dos professores de Química do E.M e o uso de modelos.

A partir da análise da tabela acima, depreende-se que há uma correlação entre o tempo de formatura dos professores pesquisados e o uso de modelos no ensino de Química. Tal relação pode ser observada quando atribuímos faixas de variação de tempo de formatura. Assim sendo, nota-se que:

- Na faixa que se estende *dos 5 aos 10 anos de tempo de formatura*, há três (03) professores que modificaram suas opiniões quanto ao uso de modelos no preenchimento dos questionários avaliativos posteriores, passando a afirmar que os utilizam no ensino de Química, o que constitui, aproximadamente, 33% do **N** pesquisado;
- Na faixa que vai *dos 25 aos 30 anos de formatura*, observam-se dois (02) professores que alternaram suas opiniões quanto ao uso de modelos no preenchimento dos questionários avaliativos posteriores - em detrimento do previamente informado nos questionários avaliativos prévios - passando a afirmar que usam modelos no ensino de Química, o que constitui cerca de 22% do **N** pesquisado.

Tais resultados são significativos porque indicam que, na faixa de tempo de formatura que se estende dos 5 aos 10 anos, além daquela que vai dos 25 aos 30 anos, aproximadamente 55% do grupo amostral (**N**) pesquisado aparentemente desconhecia as tipologias de modelos de Gilbert e Boulter (2000, p.46-47), durante o preenchimento do questionário avaliativo prévio.

Diante do exposto, conforme era esperado, mais da metade dos professores pesquisados aparentemente formaram suas opiniões acerca das tipologias de modelos supramencionadas a partir da leitura das informações constantes da Cartilha explicativa sobre Tipologias de modelos e Isomeria Óptica, disponibilizada entre as aplicações dos questionários prévio e posterior, alternando suas opiniões ao preencherem os questionários avaliativos posteriores. Tal dado é bastante relevante por atestar a eficiência do instrumento informativo elaborado pelo autor desta pesquisa

* OBS: Apesar de ter reiterado sua opinião negativa acerca da utilização de modelos no ensino de Química em ambos os questionários avaliativos (prévio e posterior), o professor "E" não informou seu tempo de formatura quando do preenchimento do questionário avaliativo prévio, tendo sido, devido a tal motivo, excluído no N amostral para efeitos de análise descritiva, com relação ao referido quesito avaliado.

4.12 Correlação entre Sexo, Idade e Uso de Modelos por professores de Química do Ensino Médio.

CORRELAÇÃO ENTRE SEXO, IDADE E USO DE MODELOS NO ENSINO DE QUÍMICA				
Professores pesquisados	Idade	Sexo	Usa modelos? (Q. Prévio)	Usa modelos? (Q. Posterior)
A	27	Feminino	Não	Sim
B	31	Masculino	Não	Sim
C	46	Masculino	Sim	Sim
D	29	Masculino	Sim	Sim
E	29	Masculino	Não	Não
F	39	Feminino	Sim	Sim
G	47	Masculino	Sim	Sim
H	29	Masculino	Não	Sim
I	55	Feminino	Não	Sim
J	-	Masculino	Não	Sim

Tabela 04. Correlação entre sexo e idade dos professores de Química do E. M. e o uso de modelos.

Através de simples comparação dos dados levantados na tabela acima, observa-se que, com relação ao uso de modelos por professores de Química do E.M, aproximadamente 33% das professoras do sexo feminino afirmaram - no questionário avaliativo prévio - que os utilizam, enquanto que, por outro lado, o quantitativo de participantes do sexo masculino que afirmaram utilizar esses instrumentos de ensino foi de cerca de 43%. Portanto, a quantidade de professores do sexo masculino que afirmou, nos instrumentos avaliativos prévio,

utilizar modelos no ensino de Química foi ligeiramente superior à de professoras do sexo feminino que o fizeram, não representando, contudo, alteração significativa.

Já quando se analisou os dados referentes aos questionários avaliativos posteriores, preenchidos após a aplicação da Cartilha explicativa sobre Tipologia de modelos e Isomeria Óptica (seção VI, Apêndice 01 p.92--97), o resultado observado foi que 100% das professoras pesquisadas (sexo feminino) passaram a afirmar que utilizam modelos no ensino de Química, frente a aproximados 86% dos professores (sexo masculino) que participaram desta pesquisa, não apresentando, nesse caso, alteração significativa com relação ao **N** pesquisado.

Finalmente, com relação à Idade, não foram observadas correlações significativas desse fator com o uso de modelos no ensino de Química, pelos professores do Ensino Médio pesquisados.

A partir das próximas páginas (subseções 4.13 a 4.18, p.73-88), o autor apresenta, em tópicos devidamente separados, as discussões originadas a partir de levantamentos e análises realizadas por meio dos dados coletados via aplicação dos instrumentos avaliativos supracitados (questionários prévio e posterior), constituindo, portanto, pesquisas do tipo descritiva.

4.13 Abordagem da Isomeria Óptica (I.O)

Ao serem questionados sobre o motivo de abordarem a Isomeria Óptica (I.O) no conteúdo do componente Química - item "i" do questionário prévio - a maioria dos professores que participou da pesquisa justificou informando que o conteúdo faz parte do cronograma escolar e dos PCN, além de constar dos objetos de avaliação de programas de avaliação para ingresso no ensino superior, tais como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Programa de Avaliação Seriada (PAS), Vestibular, etc.

Seis (06) professores ("A", "B", "C", "E", "H" e "I"), dentre o total amostral pesquisado (10 professores), responderam à questão apresentando, como resposta, a justificativa mencionada no parágrafo anterior, o que equivale a um total de 60% do grupo amostral estudado.

Os demais professores participantes da pesquisa informaram o seguinte, quando questionados sobre o motivo de abordarem a Isomeria Óptica:

- Não lecionar para o 3o Ano, onde o conteúdo é abordado - professores "D" e "I" (20%);
- Com o objetivo de demonstrar aos alunos as sutilezas dos compostos químicos, onde pequenas diferenças causam grandes mudanças - professor "F" (10%);

- Visando demonstrar a importância dos diferentes efeitos fisiológicos em produtos farmacológicos - professor "G" (10%);
- "Não abordo" (o conceito) - professor "J".

Esse resultado expressa que a grande maioria dos professores pesquisados (60%) demonstrou evidente preocupação no cumprimento dos conteúdos estabelecidos pelo Cronograma Escolar e PCN, além daquele exigido pelos programas de avaliação para ingresso no Ensino Superior, tais como ENEM, PAS, Vestibular, etc.

4.14 Relação entre o conceito de Isomeria Óptica. e o Uso de Modelos - em geral e do tipo Concreto-Misto

Quando questionados acerca de suas opiniões sobre o uso de modelos (de maneira geral) na explicação do conceito de Isomeria Óptica - questionário prévio, item "L" - a quase totalidade dos professores entrevistados por meio dos questionários prévios concordou, assinalando positivamente.

Oito (08) professores ("A", "C", "D", "E", "F", "G", "H" e "J"), dentre o total amostral avaliado (10), afirmaram que acham que os modelos devem ser usados para explicar o conceito de Isomeria Óptica, o que totalizou um total de 80%.

Dentre as justificativas apresentadas pelos professores que responderam positivamente à pergunta, destacaram-se as seguintes:

- Modelos permitem maximizar a contextualização do tópico lecionado - professor "A";
- Caso o assunto Isomeria Óptica seja abordado apenas de forma conceitual, ele se torna abstrato e, portanto, de difícil compreensão - professores "C" e "H";
- Modelos são facilitadores do aprendizado dos alunos - professor "D";
- Modelos facilitam a visualização e, conseqüentemente, o entendimento - professor "E";
- Os modelos (nos) permitem fazer uma representação próxima do real - professora "F";
- Principalmente no caso de modelos computacionais (*softwares*) - professor "G";
- "Sim. Tenho até um kit com modelos moleculares" - professor "J".

Considerando-se o grupo amostral pesquisado (10), apenas dois (02) professores - "B" e "I", não responderam positivamente à pergunta sobre se os modelos devem ser usados para explicar o conceito de Isomeria Óptica. Dentre eles, o professor "B" afirmou que acha que os modelos "não são fundamentais para o aprendizado", justificando que "hoje outros recursos - animações, experimentos, vídeos - substituem bem os modelos". A professora "I", por sua vez, deixou o item em branco.

Diante do exposto, conclui-se que a expressiva maioria do grupo amostral pesquisado (80%) concorda com a utilização de modelos - de maneira geral - na explicação do conceito de Isomeria Óptica, fato constatado pela grande variedade de justificativas favoráveis apresentadas, apontando que esses instrumentos deveriam ser usados na explicação do conceito de Isomeria Óptica.

Dentre os participantes que não responderam afirmativamente à questão, 10% do grupo amostral pesquisado a deixou em branco. Diante desse fato, é evidente que esse representante desconhece o conceito de modelos. Tal comprovação pode ser também ressaltada nas próprias respostas obtidas a partir dos questionários prévios -item "L" - por ele preenchidos, sobretudo por dois motivos principais:

1. O professor "B" não tipificou "animações, experimentos e vídeos" como exemplos de modelos; e
2. A professora "I" deixou de responder à questão proposta.

Contudo, quando questionados, na questão seguinte ("m"), sobre se o uso de modelos específicos, do tipo concreto misto, poderia melhorar a compreensão do conceito de Isomeria Óptica, foi observado que o resultado sofreu uma leve alteração, culminando na redução da incidência de professores que responderam afirmativamente à questão proposta, refletindo em uma queda do **N** para 70% de professores, quando comparado aquele obtido para o uso de modelos de maneira geral (questão "L"), da ordem de 80%.

Analisando as justificativas elencadas pelo quantitativo de professores que responderam afirmativamente à questão, obtivemos o seguinte:

- O modelo do tipo visual pode estimular mais do que o auditivo - professora "A";
- A compreensão se torna mais fácil quando analisada de forma concreta - professor "C";
- A Isomeria Óptica é um assunto que foge à realidade do aluno, portanto é dificilmente visualizado por ele - professor "E";
- Modelos diminuem a abstração necessária para o entendimento do concreto - professora "F";
- O uso de modelos (concreto-mistos) diminui o problema com a abstração espacial comumente feito pelos estudantes - professor "H";

- Modelos (concreto-mistos) ajudam muito na compreensão dos conceitos pelos alunos, pois estimulam a sua criatividade, bem como na dedução (do padrão) das estruturas - professora "I";
- Com certeza modelos desse tipo (concreto-mistos) permitem que o aluno consiga ver a molécula tridimensional - professor "J".

Ademais, considerando-se o grupo amostral, pesquisado com relação à questão "m", apenas três (03) professores (30%) - "B", "D" e "G", não responderam positivamente à pergunta sobre se os modelos do tipo concreto misto podem melhorar a compreensão do conceito de I.O. Dentre eles, o professor "B" afirmou que "não [sabia] o que vem a ser este tipo de modelo". O professor "D", por sua vez, justificou que "não [tinha] este conteúdo nas séries que ministra aulas. Finalmente, o professor "G" informou que não utiliza modelos deste tipo porque "esse modelo não visualiza desvio de luz".

Assim sendo, dentre esses 30% supradestacados, 10% afirmou, expressamente, desconhecer o conceito de modelos concreto-mistos (professor "B"), ou não lecionar o conteúdo de Isomeria Óptica nas séries em que ministra aulas (professor "D"). Portanto, apenas 10% do grupo amostral pesquisado apresentou justificativa coerente com o embasamento de sua resposta, contrária à utilização de modelos do tipo concreto-misto no ensino do conceito de Isomeria Óptica.

4.15 Importância de se ensinar a Isomeria Óptica

Aos professores que participaram da pesquisa, foi levantada a seguinte pergunta: Qual a importância de se ensinar Isomeria Óptica aos alunos, na sua opinião? - item "n".

Analisando as respostas apresentadas pelos docentes, obteve-se:

- "Relacionar a fórmula molecular e a geometria, posição dos átomos que fornecem propriedades diferentes; fazer um gancho com a verdade científica (Talidomida); permitir que os alunos entendam as gorduras cis/trans". - professora "A";
- "Aprender que moléculas assimétricas apresentam propriedades totalmente distintas" - professor "B";
- "Desenvolver a visão espacial dos alunos, além de correlacionar este conteúdo como o nosso cotidiano" - professor "C";
- "Mostrar a importância da Química no estudo de fármacos" - professor "D";
- "Mostrar que mínimas variações em uma molécula podem ter resultados finais muito diferentes do ponto de vista prático" - professor "E";

- "Demonstrar aos alunos as sutilezas dos compostos orgânicos, [onde] pequenas diferenças podem causar grandes mudanças" - professora "F";
- "Esclarecer sua importância nos efeitos fisiológicos dos compostos com isomeria óptica" - professor "G";
- "[Auxiliar] na diferenciação dos compostos orgânicos" - professor "H";
- "Mostrar aos alunos a utilização desse conceito na produção de medicamentos, iluminação de ambientes, etc. - professora "I";
- "[Como] o aluno tem uma visão espacial da molécula, [além de] capacidade de abstração, dá pra fazer um trabalho interdisciplinar com [a] Geometria, na Matemática" - professor "I".

Uma observação importante, acerca das opiniões emitidas pelos participantes do estudo - com relação ao tópico em tela - é que, mesmo apesar de alguns terem afirmado não trabalhar com o conteúdo de Isomeria Óptica nas turmas que lecionaram ou atualmente lecionam, constatou-se que 100% dos professores avaliados responderam à questão sobre a importância de se ensinar o esse conceito aos seus alunos, explicitando diferentes aplicações da mesma, além do Ensino, tais como, por exemplo: na Indústria Alimentícia (professor "A"), na Farmacologia (professores "D", "G" e "H", na Química de Produção (professora "I"), etc. Tal descoberta comprova a importância do ensino do conceito de Isomeria Óptica, na perspectiva dos professores de Ensino Médio pesquisados.

Outro apontamento que deve ser lembrado é que a professora "A" confundiu, em sua resposta, o conceito de Isomeria Óptica com o de um outro tipo diferenciado de Isomeria, chamada de Isomeria Cis-Trans, que não foi alvo de pesquisa no presente trabalho.

4.16 Uso de modelos na explicação do conceito de Isomeria Óptica

Partindo para a análise do item "b" do Questionário posterior, que averiguou a opinião dos professores pesquisados acerca da utilização de modelos - de maneira geral - na explicação do conceito de Isomeria Óptica, esta pesquisa permitiu observar que 90% (todos, exceto o professor "B") do grupo amostral pesquisado respondeu afirmativamente ao questionamento proposto, concluindo que tais instrumentos devem ser usados no ensino do componente curricular Química, apresentando, como justificativas, as respostas abaixo referenciadas:

- "Estimula os sentidos, tornando as aulas dinâmicas e interessantes" - professora "A";
- "Apenas com as mãos, ou com desenhos em quadro, já é possível explicar para os estudantes o conceito de assimetria" - professor "B";
- "A isomeria espacial se torna mais simples e de fácil percepção" - professor "C";

- "O modelo visual é ideal para explicar este conteúdo" - professor "D";
- "Os modelos facilitam a visualização pelo estudante do que realmente diferencia duas moléculas que apresentam isomeria óptica. Entretanto, a tecnologia é de grande ajuda neste ponto. Vídeos que elucidem a conformação das moléculas isômeras são de grande ajuda no entendimento do assunto" - professor "E";
- "Para diminuir a abstração necessária para a compreensão do conceito" - professor "F";
- "A partir dos modelos pode tornar mais [clara] a explicação dos conceitos de isomeria óptica" - professor "G";
- "Auxilia e facilita a compreensão de um conteúdo bastante abstrato. A visualização do aspecto tridimensional do carbono se torna mais fácil" - professor "H";
- "Ao utilizar modelos o aluno consegue visualizar e compreender a formação de cada isômero" - professor "I";
- "A utilização de modelos na isomeria óptica facilita e promove a abstração do aluno" - professor "J".

Dentre os professores pesquisados, é interessante destacar que apenas o professor "B" respondeu negativamente ao questionado, afirmando que, em sua

opinião, modelos não são necessários para explicar a Isomeria Óptica. Entretanto, tal qual o item anterior, sua resposta foi contraditória, uma vez que os modelos citados por ele, como exemplos - mãos e quadro negro - constituem modelos - dos tipos gestual e visual, respectivamente - de acordo com a tipologia de Gilbert e Boulter (2000, p.46-47). Portanto, mais uma vez observa-se uma contradição na resposta do participante, o que nos remete a deduzir que o professor não compreendeu corretamente o conteúdo relacionado às tipologias de modelos que foi explicitado pela Cartilha explicativa disponibilizada.

4.17 Uso de Modelos Concreto-Mistos e aprendizagem do conceito de I. O.

Quando questionados se achavam que o uso de modelos do tipo concreto-misto poderia melhorar a compreensão do conceito de Isomeria Óptica (I.O), 90% (todos, exceto o professor "B") dos participantes desta pesquisa assinalou positivamente. As respostas fornecidas pelos professores que participarem da pesquisa podem ser conferidas no espaço abaixo:

- "Sim, porque ele é abrangente, possibilitando aos alunos outras identificações" - professora "A";
- "Não acredito que melhore. Hoje, existem outros meios eletrônicos bem mais estimulantes. Acredito que modelos concretos-mistos são ultrapassados" - professor "B";

- "Sim, na minha opinião todos os modelos materiais facilitam a visualização tridimensional deste conteúdo" - professor "C";
- "Sim, pois quando explicamos tal conteúdo podemos passar um vídeo mostrando moléculas em frente a um espelho para que os alunos percebam o que é isomeria com maior facilidade, e mostrando de várias formas, pois cada um tem uma facilidade de compreensão" - professor "D";
- "Sim, ajudam. Todo tipo de modelo que possibilite a visualização ajuda no entendimento porque a explicação sai do campo abstrato" - professor "E";
- "Sim, inicialmente é uma boa opção metodológica que pode superar o modelo verbal. Acredito que o modelo visual também é uma ótima opção" - professora "F";
- "Sim, pois com o uso de modelos do tipo concreto misto a mensagem do conceito de isomeria óptica torna uma relação direta entre a teoria e a prática" - professor "G";
- "Sim. É o modelo mais completo e pode auxiliar em diferentes casos e dúvidas. Cada aluno é uma individualidade e necessita de métodos diferentes de ensino" - professor "H";
- "Sim, pois ao manipular este modelo é possível entender os esquemas das moléculas construídas pelo professor em sala de aula" - professora "I";

- "Com certeza. O aluno consegue visualizar a molécula tridimensional" - professor "J".

Diante dos pontos de vista acima destacados, é altamente relevante observar que, além da alta concordância sobre a relação entre o uso de modelos concreto-mistos e a aprendizagem do conceito de isomeria óptica pela quase totalidade dos docentes pesquisados, outro fator de interesse observado foi que a manipulação de modelos concretos, tal qual ressaltado pela professora "I", nos remete diretamente ao construtivismo piagetiano e à aprendizagem significativa ausubeliana, cujas teorias de aprendizagem constituíram os referenciais teórico-metodológicos utilizados pelo autor como embasamento e fundamentação para o desenvolvimento desta obra (seção 2.1, p.18-27).

4.18 Importância do ensino de Isomeria Óptica, na perspectiva de professores de Química do Ensino Médio.

Finalmente, quando questionados acerca da importância de se ensinar Isomeria Óptica aos alunos - item "d" do Questionário posterior (seção VI, Apêndice 2.2, p.100) - notou-se que as respostas atenderam ao previamente esperado, já que os professores justificaram, de maneiras diferenciadas (naturalmente), levantando uma série de motivos para embasar suas diversificadas opiniões, observadas nos trechos compilados dos questionários posteriores avaliativos aplicados aos professores, conforme segue abaixo:

- "A *modelagem concreta* proporciona um olhar microscópico para compreender a interação das substâncias, afinidades, reatividades..." - professora "A";
- "Mostrar para os estudantes que substâncias 'iguais' podem provocar efeitos totalmente diferentes" - professor "B";
- "Mostrar aos alunos que mesmo compostos 'muito' parecidos apresentam propriedades químicas diferentes. Além disso, mostrar a complexidade do nosso metabolismo, pois dois isômeros ópticos (D e L) apresentam diferentes propriedades em nosso organismo" - professor "C";
- [Permite a] "identificação de compostos orgânicos" - professor "D";
- "A preparação para as etapas avaliativas da vida, como o Vestibular, não podem ser ignorados na importância do estudo da isomeria, mas também pode-se abordar a relevância de se conhecer a atuação diferenciada de moléculas muito parecidas nos mais variados tópicos e, principalmente, na fisiologia humana - professor "E";
- "Para demonstrar aos alunos as sutilezas dos compostos orgânicos, (onde pequenas diferenças (representam) grandes mudanças" - professora "F";
- "A principal importância, na minha opinião, está no efeito fisiológico em relação às diferentes moléculas isômeras" - professor "G";

- "Na identificação de diferentes tipos de substâncias orgânicas. A pequena diferença entre um medicamento *levógiro* e *dextrógiro* pode ser a diferença entre a vida e a morte de um paciente" - professor "H";
- "Ao estudar a atividade óptica das substâncias, os alunos poderão compreender melhor os efeitos destas na fabricação de medicamentos" - professora "I";
- "Capacidade de abstração; interação entre o conteúdo da Matemática (Geometria) e a Química (Isomeria óptica)" - professor "J".

De acordo com o apontado pelos participantes da pesquisa, é relevante destacar a preocupação da professora "A" com a modelagem concreta, que, conforme ela citou, permite um olhar macroscópico sobre isômeros químicos que são microscópicos, auxiliando no ensino do conceito de isomeria óptica.

Além disso, também merece destaque a preocupação com a preparação dos alunos para os exames de seleção para ingresso no ensino superior, lembrada pelo professor "E". É conveniente lembrar que, conforme o mesmo professor, o conteúdo relacionado à Isomeria Óptica tem sido cobrado no Vestibular tradicional (item "i" do Questionário prévio) desde 2008, o que foi constatado pelo autor no caderno de provas do 1º Vestibular de 2008, realizado pelo Cespe (Caderno Água, 2º dia, item 123, 2008).

Os professores "B", "C", "F", "G" e "I", por sua vez, lembraram das sutis diferenças existentes entre os isômeros Dextrógiro (D) e Levógiro (L), e o professor "H" foi ainda mais além, resgatando o exemplo da Talidomida (Figura 02, p.82), constante da Cartilha explicativa disponibilizada no íterim entre as aplicações dos Questionários Prévio e Posterior, cujos isômeros D e L causam efeitos completamente diferentes quando consumidos em medicamentos, sendo o isômero L teratogênico - causando deformidades no feto em gestação - enquanto o D é responsável pelo efeito tranquilizante almejado pelas gestantes. Além disso, a talidomida também é usada no tratamento de pacientes acometidos por doenças dermatológicas, tais como Hanseníase, Leishmaniose, etc. (Putinatti, 2011).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) fazem referência explícita às disciplinas, vinculadas às três áreas do conhecimento (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias), propondo, entretanto, uma visão integradora das disciplinas de modo a se reconhecer a relação entre aquelas de uma mesma área e entre as de áreas diversas (MEC, 2006). Portanto, o professor "J" resgatou em sua resposta a interdisciplinaridade entre conceitos comuns aos componentes Matemática e Química, em conformidade com o estabelecido naqueles parâmetros.

Além disso, tais características ressaltadas pelo referido professor também são típicas de modelos do tipo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), cuja perspectiva, de acordo com Vieira e Vieira (2005), deverá constituir o eixo integrador e globalizante da organização e da aquisição de conhecimentos e do desenvolvimento de capacidades de pensamento.

V - CONCLUSÕES

Reitera-se que as análises descritivas realizadas foram fundamentadas nas referências da literatura acadêmica consultadas pelo autor (seção VII, p.101). Ademais, os dados captados por meio dos questionários avaliativos prévio e posterior aplicados aos professores de Química de escolas de Ensino Médio do Distrito Federal foram apresentados neste trabalho sob a projeção de gráficos e tabelas, cujos resultados foram exaustivamente discutidos (seção IV, p.46-88).

Neste contexto, concluiu-se que o objetivo geral proposto (subseção 3.1, p.44) - qual seja o de avaliar o uso de modelos do tipo concreto-mistos, (confeccionados pelo autor, sob a cuidadosa supervisão de seu orientador), no ensino do conceito de Isomeria Óptica, na perspectiva de professores de Química de escolas de Ensino Médio do Distrito Federal - foi alcançado.

Para tanto, o autor testou as duas hipóteses levantadas pelo autor, acerca da visão dos professores de Química do Ensino Médio de Brasília-DF (subseções 3.1.1 e 3.1.2, p.44), quais sejam:

1. A visão dos professores de Ensino Médio de Química de Brasília-DF acerca do uso de modelo do tipo concreto-misto na explicação do conceito de isomeria óptica é positiva; e
2. O uso de modelos desse tipo, por alunos do Ensino Médio, melhora a compreensão do conceito de Isomeria Óptica, dentro do componente curricular do Ensino de Química.

Dessa maneira, foi possível atingir, satisfatoriamente, os objetivos específicos (subseção 3.2.1 e 3.2.2, p.45) pretendidos, que foram:

- ✓ Testar as hipóteses previamente apresentadas, mediante aplicação dos questionários prévio e posterior (seção VI, Apêndices 2.1 e 2.2, p.98-100); e
- ✓ Elaborar e Apresentar, aos professores-alvo do presente estudo, uma Cartilha explicativa sobre tipologia de modelos e Isomeria Óptica, conteúdo situado dentro do componente curricular Química, no Ensino Médio (seção VI, Apêndices 2.1 e 2.2, p.92-97);
- ✓ Avaliar três livros didáticos (Química na abordagem do cotidiano, vol. 3; Química; e Química, vol. 3) selecionados dentre muitos, por se tratarem de autores conceituados no Ensino Médio, sendo comumente utilizados por professores do componente curricular Química (subseção 2.6, p.36-43).

Diante do exposto, pode-se finalmente concluir que, após avaliação do uso de modelos (de maneira geral e do tipo concreto-misto, desenvolvido pelo autor - subseção 4.14, p.74-78) pelos professores que participaram desta pesquisa, esta pesquisa reúne elementos que tornam possível concluir que tais modelos - em especial o modelo do tipo concreto-misto - constituem ferramentas eficientes na promoção da aprendizagem significativa, na perspectiva do grupo amostral de professores de Química do Ensino Médio do DF pesquisado, à luz das teorias construtivistas de Piaget (1972,1976, e 1977, apud Moreira, 2011, p.95-106) e de Ausubel (1978, apud Moreira, 2011, p.159-173).

Partindo desse pressuposto, e considerando ainda que, na perspectiva de Vieira e Vieira (2005), "qualquer inovação, reforma ou reorganização curricular obriga a equacionar a formação de professores, enquanto a questão central da inovação curricular residir sobretudo no que os professores vão fazer das orientações curriculares para o ensino das ciências na sala de aula", uma vez que a maioria dos professores participantes desta pesquisa demonstrou claramente não estar familiarizada com o conceito de modelos e suas diferentes tipologias, o autor deste trabalho deixa como sugestão para novas pesquisas a proposta de que sejam ministrados (e avaliados) cursos de extensão, formação e/ou reciclagem sobre a temática dos *Modelos e da Modelagem no Ensino de Ciências*, destinados a professores de Ensino Médio das escolas públicas e privadas do DF.

Os livros avaliados (Química na abordagem do cotidiano, vol. 3; Química; e Química, vol. 3) seguiram às recomendações estabelecidas pelos PCNEM (MEC, 2006), dentro de seus domínios, quais sejam: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural (MEC, 2006, p.52).

VI. APÊNDICES

1. Cartilha explicativa sobre Tipologia de Modelos e Isomeria Óptica

Modelos no ensino de ciências

Na concepção de Gilbert (1993, p.9-10), os modelos são essenciais ao pensamento e ao desenvolvimento de trabalhos científicos. Ele também argumenta que a ciência e seus modelos explanatórios são inseparáveis uma vez que os modelos constituem produtos, métodos científicos e suas maiores ferramentas de aprendizado e ensino.

Os modos de representação descrevem o meio em que um modelo é representado. A expressão desses modelos pode empregar diferentes modos de representação, aos quais Twyman (1985) refere-se como modos de simbolização (Gilbert e Boulter, 2000, p.46). De acordo com Gilbert e Boulter (2000, p.46-47), dentre esses modos de representação dos modelos, destacam-se os seguintes:

- Concreto: modelo material tridimensional;
- Verbal: modelo que pode ser ouvido ou verbalizados, podendo ser de descrição, explanação, narração, argumentação, analogia e metáfora;
- Visual: modelo que pode ser vistos, tal como diagrama, animação, e alguns tipos de simulações e vídeo;
- Matemático: modelo que representa fórmula, equação, além de algumas simulações;
- Gestual: modelo que representa movimentos do corpo ou suas partes;
- Concreto-misto*: modelo material (concreto), com componentes visuais, verbais e/ou numéricos;
- Verbal-misto: texto com adição de componentes visuais ou numéricos;
- Visual-misto: modelo visual com componentes verbais e/ou numéricos;

- Matemático-misto: equação e fórmula com explicações verbais;
- Gestual-misto: associa representação com explicações verbais.

Na concepção de Gilbert (1993, p.9-10), os modelos são essenciais ao pensamento e ao desenvolvimento de trabalhos científicos. Ele também argumenta que a ciência e seus modelos explanatórios são inseparáveis uma vez que os modelos constituem produtos, métodos científicos e suas maiores ferramentas de aprendizado e ensino.

* **Modelos concreto-mistos** são caracterizados por apresentarem uma parte concreta tridimensional, palpável e manipulável, acompanhada de componentes visuais, verbais ou numéricos, cujos componentes mistos, por sua vez, caracterizam-se por desenhos ou esquemas feitos pelo professor no quadro, além de ilustrações ou conceitos teóricos extraídos do livro didático da disciplina e explicados verbalmente durante a abordagem da temática.

A fotografia da página seguinte, quando associada às explicações teóricas conceituais prévias ministradas pelo docente em sala de aula, representa os modelos do tipo concreto-misto confeccionados pelo autor deste trabalho:

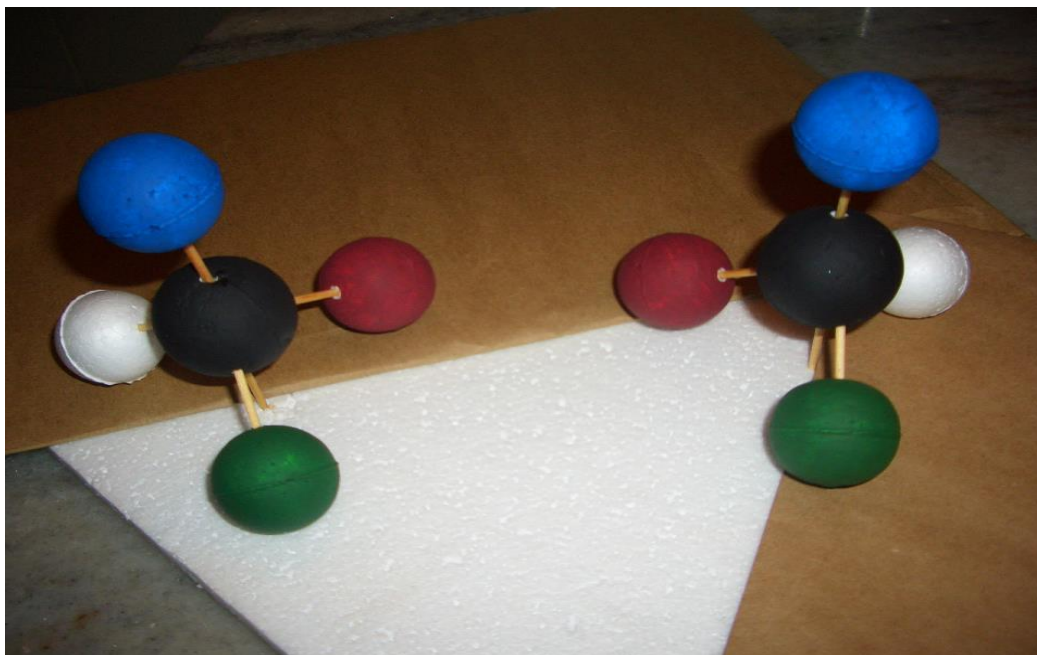


Figura 01. Fotografia dos modelos concretos de isômeros ópticos A (esq.) e B (dir.), confeccionados manualmente pelo autor. Câmera fotográfica Casio Exilim 5.0 Mps.

* OBS: É interessante observar que o modelo acima pode ser construído pelo próprio professor, a partir de materiais de baixo custo como bolinhas de isopor, palitos e tintas plásticas coloridas foscas para artesanato, do tipo Acrilex ou similar (no modelo acima, as cores utilizadas foram as seguintes: azul, verde, vermelha e preta).

Isomeria Óptica

Para Feltre (2008, p.256), nas substâncias orgânicas, a atividade óptica decorre da assimetria molecular. Acrescenta ainda que a presença de *carbonos assimétricos* (com quatro ligantes diferentes, tais como representados nos modelos apresentados) é, portanto, um fator de assimetria, que caracteriza um tipo de isomeria óptica.

Compare, por exemplo, as suas mãos esquerda e direita. Elas não são superponíveis, ou seja, se colocar sua mão direita sobre a mão esquerda elas não coincidem; da mesma forma uma luva feita para a mão esquerda não se ajusta à mão direita (e vice-versa); de modo similar, os pares de sapatos obedecem à assimetria própria de nossos pés, de tal sorte que não é possível calçar o sapato do pé direito no pé esquerdo ou vice-versa (Feltre, 2008, p.252).

Esse tipo de assimetria é chamado de assimetria *quiral* (do grego: *cheir* – mão). A propósito, esse termo originou, na língua portuguesa, várias palavras, como *quiromancia*, *cirurgia*, etc.

Ainda de acordo com Feltre (2008, p.252), uma descoberta importantíssima para a Ciência foi que *enquanto um dos tipos de cristal de quartzo desvia a luz polarizada para a direita (dextrógiro, D ou +), o outro desvia para a esquerda (levógiro, L ou -), com ângulos exatamente iguais.*

Assim sendo, a isomeria óptica pode ser observada em compostos químicos interligados que, apesar de apresentarem representações químicas estruturais iguais (ex: $C_3H_6O_3$. ácido láctico), são como imagens especulares um do outro, de maneira que se tentarmos “encaixar” uma molécula na outra, nunca haverá coincidência de todos os radicais [ligantes] (Feltre, 2008, p.253). Além disso observa -se que a atividade óptica de uma substância resulta da assimetria de suas moléculas (Feltre, 2008, p.252).

Outro exemplo que contextualiza a importância da Isomeria pode ser observado na indústria farmacêutica. A maioria dos medicamentos que usamos atualmente é de origem sintética (ou seja, foram fabricados pelos laboratórios

farmacêuticos). As reações comuns dão origem a **misturas racêmicas**, que são misturas do isômero dextrógiro (D) com seu antípoda levógiro (L), na proporção de cinquenta por cento (50%) de cada um (Feltre, 2008, p.254).

Às vezes, um isômero é benéfico, porém o outro pode apresentar efeitos indesejáveis. Um episódio muito doloroso envolvendo substâncias quirais foi o provocado pela **talidomida**.

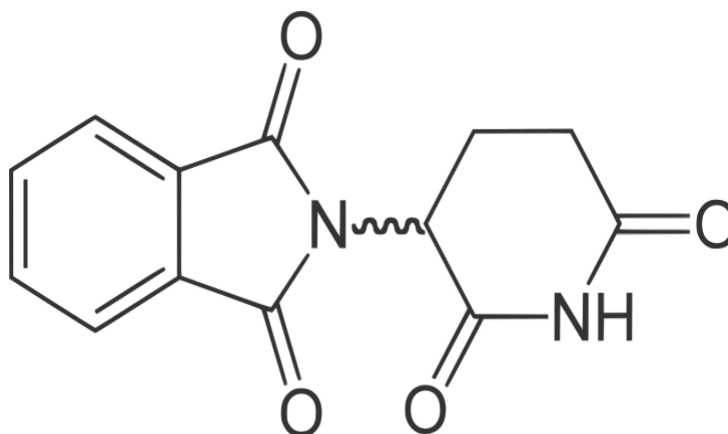


Figura 02. Talidomida (representação estrutural). Fonte: Wikipedia.

Esse medicamento foi lançado na Europa, na década de 1960, como tranquilizante e sonífero. Infelizmente, várias gestantes que o utilizaram tiveram bebês com mãos, braços, pés e pernas atrofiados (efeito teratogênico). Posteriormente, verificou-se que apenas a **L** talidomida é teratogênica, enquanto a **D** talidomida é a que apresenta o efeito tranquilizante. O uso desse medicamento, porém, continua sendo contraindicado para gestantes, pois há o perigo de um isômero se transformar no outro, em nosso organismo (Feltre, 2008, p.265).



Figura 03. Vítima dos efeitos teratogênicos de isômero da Talidomida. Fonte: Associação Brasileira das Vítimas da Talidomida (ABVT), reprodução autorizada pelo autor.

Para informações adicionais sobre o uso de modelos e da Isomeria Óptica e suas consequências, recomenda-se a consulta das seguintes referências, na internet:

1. Portal Brasil Escola, disponível em <http://www.brasilecola.com/quimica/isomeria-Optica.htm>;
2. Portal da Associação Brasileira de Vítimas da Talidomida (ABVT), disponível em <http://abvt.wordpress.com/vitimas-da-talidomida/>;
3. Duso, Leandro. *O uso de modelos no ensino de Biologia*. XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino (ENDIPE). Unicamp - Campinas, 2012. Disponível para consulta em <http://www2.unimep.br/endipe/1243p.pdf>

2.1 Questionário avaliativo prévio

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: _____

e-mail: _____

a) Ministra aulas na rede pública?

- Sim
- Não

b) Ministra aulas na rede privada?

- Sim
- Não

c) Para que séries já lecionou, e com que frequência?

d) Que conteúdos costuma ministrar?

e) Costuma utilizar modelos no ensino?

- Sim
- Não

f) Em caso afirmativo na questão anterior, tomando como base a tipologia de Gilbert e Boulter, que tipo de modelos costuma utilizar no ensino?

g) Há quanto tempo leciona Química?

h) Há quanto tempo concluiu o curso superior?

i) Por que você aborda a Isomeria Óptica no conteúdo do componente Química?

j) Sua abordagem inclui alguma característica além daquelas expostas no livro didático utilizado? Em caso afirmativo, quais seriam essas características?

k) Como você aborda o conceito de Isomeria Óptica?

l) Em sua opinião modelos devem ser usados para explicar o conceito de isomeria óptica? Justifique sua resposta.

m) Você acha que o uso de modelos do tipo concreto misto pode melhorar a compreensão do conceito de isomeria óptica? Justifique.

n) Qual a importância de se ensinar Isomeria Óptica aos alunos, na sua opinião?

2.2 Questionário avaliativo posterior

Nome: _____

e-mail: _____

- a) Caso utilize modelos, tomando como base a tipologia de Gilbert e Boulter, que tipo de modelos costuma utilizar no ensino?

- b) Em sua opinião modelos devem ser usados para explicar o conceito de isomeria óptica? Justifique sua resposta.

- c) Você acha que o uso de modelos do tipo concreto misto pode melhorar a compreensão do conceito de isomeria óptica? Justifique.

- d) Qual a importância de se ensinar Isomeria Óptica aos alunos, na sua opinião?

VII. REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D.; HANESIAN H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2.ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- BARROS, L. M. *Comunicação e educação numa perspectiva plural e dialética*. In Revista Comunicação & Educação. Univ. Anhembi-Morumbi, p. 19-38. ago-dez. São Paulo, 1997.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DO ENSINO MÉDIO. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: Secretaria do Ensino Médio, 1999.
- COLL, C. *As contribuições da Psicologia para a Educação: Teoria Genética e Aprendizagem Escolar*. In LEITE, L.B. (Org) *Piaget e a Escola de Genebra*. São Paulo: Editora Cortez, 1992. p. 164-197.
- CORREIA, P. R. M.; DONNER JR., J. W. A.; INFANTE-MALAUQUIAS, M. E. *Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: a isomeria nos sistemas biológicos*. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 483-95, 2008.
- DUSO, Leandro. *O uso de modelos no ensino de Biologia*. XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino (ENDIPE). Unicamp - Campinas, 2012. Disponível para consulta em <http://www2.unimep.br/endipe/1243p.pdf>. Consulta em 18/11/2013.
- FELTRE, R. *Química*. 7 ed. São Paulo: Moderna, p. 248-259, 2008.
- GILBERT, J. K. *Models and modelling in science education*. Hatfield, Herts: Association for Science Education, 1993.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J. *Developing Models in Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000.

- GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. *A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados*. In IV Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa. Brasília, 1998. Disponível em: http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/117.pdf. Acesso em 25/03/2013.
- GUIMARÃES E SILVA. *O conhecimento químico presente no curso de Licenciatura em Química e no Ensino Médio: um olhar para a Química Orgânica*. UFMG, 2008. Disponível em: <http://www.cecimiq.fae.ufmg.br/wp-content/uploads/2008/12/o-conhecimento-quimico-presente-no-curso-de-licenciatura-em-quimica-e-no-ensino-medio-um-olhar-para-a-quimica-organica.pdf>. Acesso em 11/08/2013.
- HARRISON, A. G. (1996) *Conceptual change in secondary chemistry: the role of multiple analogical models of atoms and molecules*. Unpublished Ph.D. thesis, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.
- HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. *A typology of school science models*. International Journal of Science Education. Reino Unido: Taylor & Francis Ltd, v.22 n.9, 1011-1026, 2000. Disponível em: <http://www.tandf.co.uk/journals>. Consulta em 31/03/2013.
- JESUS, M. A. S.; SILVA, R. C. O. *A teoria de David Ausubel – o uso dos organizadores prévios no ensino contextualizado de funções*. In VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. UFPE, 2004.
- KOFMAN, F. *Metamanagement: como fazer de sua vida profissional uma obra de arte*. ed. Antakarana Cultura Arte Ciência. São Paulo, 2002.
- MATURANA, H.; VARELA, F. *El árbol del conocimiento*. Chile: Editorial Universitaria, p.254-56, 1984.
- MEC, 2006. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)*. Orientações Curriculares para o Ensino Médio, v.2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- MENEZES, L. C. *Ensinar ciências no próximo século*. In: HAMBURGER, E. W.; MATOS, C. (Orgs.). **O desafio de ensinar ciências no século XXI**. São Paulo: Edusp, p.48-54, 2000.

- MÓL, G. S.; RAPOSO, P. N.; PIRES, R. F. M. *Desenvolvimento de estratégias para o ensino de Química a alunos com deficiência visual*. In: Educação científica, inclusão social e acessibilidade. Goiânia: Cânone Editorial, p.127-54, 2010.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, p.95-106; 159-173, 2011.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.
- PACHECO, A. G.; RODRIGUES, G. V. *Isomeria Óptica - desenvolvimento de material didático ou instrucional para o Ensino de Química*. UFMG/FAE, 2006. Disponível em: www.cecimig.fae.ufmg.br/wp-content/uploads/.../resumo-alison.pdf. Consulta em 18/03/2013.
- PIAGET, J. *Problemas de psicologia genética*. Petrópolis: Vozes, 1972.
- _____. *A equilibrção das estruturas cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- _____. *Psicologia da inteligência*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.
- PINHEIRO *et al.* *A utilização da Farmacologia no ensino de Isomeria Óptica*. 7º Simpósio Brasileiro de Educação Química – SIMPEQUI. Salvador, 2009. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2009/trabalhos/113-6042.htm>. Consulta em 11/08/2013.
- Portal Associação Brasileira de Vítimas da Talidomida (ABVT). Disponível em: <http://abvt.wordpress.com/vitimas-da-talidomida/>. Consulta em 04/08/2013.
- Portal Centro de Seleção e de Promoção de Eventos (CESPE/UnB). Disponível em: [http://www.cespe.unb.br/vestibular/VEST_GAM_PLAN_CEI/arquivos/1VEST2008_\(CEI-GAM-PLA\)_2%20DIA_AGUA.PDF](http://www.cespe.unb.br/vestibular/VEST_GAM_PLAN_CEI/arquivos/1VEST2008_(CEI-GAM-PLA)_2%20DIA_AGUA.PDF). Consulta em 22/10/2013.
- Portal Wikipédia. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Talidomida>. Consulta em 04/08/2013.

- PUTINATTI, M. S. M. A. Prevenção da repetição de reação tipo 2 da hanseníase com uso da talidomida na dose de 100mg/dia. Tese apresentada a Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina de Botucatu para obtenção do grau de Doutor. Botucatu, 2011.
- SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000.
- SUTTON, C. *Words, science and learning*. Buckingham: Open University Press, 1992.
- UNESCO. *Unesco world report: towards knowledge societies*. Paris: Unesco Publishing, 2005.
- VIEIRA, C. T.; VIEIRA, R. M. *Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação cts: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico*. Ciência & Educação, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.