

O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO ISOMERIA EM PROFESSORES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino - Jrⁱ, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
cristianomarcelinojr@uol.com.br

Patrícia Cecília Martins de Sousaⁱⁱ, Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH),
patceci14@hotmail.com

Angela Fernandes Camposⁱⁱⁱ, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
afernandescampos@gmail.com

Isauro Beltrán Nuñez^{iv}, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
isauobeltran@yahoo.com.br

RESUMO:

Este trabalho buscou revelar os diferentes saberes e estratégias relativas ao ensino de conceitos vinculados ao conteúdo Isomeria junto a um grupo de professores de química do ensino médio. A pesquisa utilizou questionários, observações em sala e entrevistas como técnicas para a coleta de dados durante um Curso de Especialização em Ensino de Química. Os resultados mostraram que esse conteúdo é pouco contemplado e quando abordado, normalmente se restringe à 3ª série do ensino médio, concentrando-se na Isomeria Constitucional. O seu ensino é pautado em aulas expositivas, centradas basicamente no uso do quadro. Os professores apontaram a baixa carga horária e a falta de base dos alunos como dificuldades para a intervenção-ação desses conceitos. A pesquisa também revelou dificuldades e desatualizações conceituais nos docentes no domínio desse conhecimento.

Palavras chave: Isomeria; ensino de química; Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

RESUMEN:

Este estudio trata de revelar los diferentes conocimientos y estrategias relacionadas con la enseñanza de conceptos relacionados con la Isomería entre un grupo de profesores de química de secundaria. La investigación utilizó cuestionarios, entrevistas y observaciones de clases como técnicas para la recolección de datos durante una Especialización en la Enseñanza de la Química. Los resultados mostraron que este contenido es poco incluido en el currículo real y limitado al 3º grado de la escuela secundaria, centrándose en la Isomería Constitucional. Su enseñanza se guía en conferencias con la utilización de la pizarra. Los profesores señalaron la carga de trabajo baja y la falta de base de los estudiantes como principales dificultades en la intervención-acción de estos conceptos. La investigación también reveló las dificultades conceptuales de los profesores en el contenido.

Palabras clave: Isomería; enseñanza de química; Conocimiento Pedagógico del Contenido.

INTRODUÇÃO

Os estudos tendo como objeto os saberes docentes vêm sendo uma das importantes linhas investigativas das pesquisas em Educação. Eles se direcionam a propiciar subsídios à formação de professores, no sentido de se conceber as peculiaridades das suas práticas. Esse posicionamento retrata uma das perspectivas da profissionalização docente, a profissionalidade, que é fundamentada tanto na ação quanto nos conhecimentos especializados e busca integrar saberes na atualização das competências profissionais (NÚÑEZ; RAMALHO, 2008, 2004).

Diferentes autores abordam vários tipos de conhecimentos necessários à profissão de professor, considerando-os como constituintes da base de conhecimento para o ensino. Dentre eles, situa-se o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), um saber docente que passou a atrair o interesse dos pesquisadores após a sua proposição por Shulman (1986).

A tradicional dicotomia entre os domínios do CPC e do Conhecimento do Conteúdo Específico tem recebido mais destaque pela comunidade da Área de Educação em Ciências e impulsionado o desenvolvimento de pesquisas na direção do CPC de química (ACEVEDO-DÍAZ, 2009). Porém, percebe-se ainda que determinados conteúdos químicos não vêm atraindo esse foco, como é o caso da isomeria.

A carência de estudos relacionados ao CPC em isomeria reflete o interesse ainda discreto nas pesquisas quanto ao ensino-aprendizagem de conceitos relacionados diretamente a esse conteúdo. Desde o século XIX, o conceito de isômeros se estabeleceu como um conceito central na química e no ensino de química. A sua formalização é creditada ao químico sueco Jöns Jacob von Berzelius (1779-1848) (COOKE, 2004). No entanto, em 1860, Alexander Mikhailovich Butlerov (1828-1886), químico russo, ao introduzir o termo “estrutura química” (BUTLEROV, 1971), foi quem explicou a sua essência e previu diversos casos de isomeria. A partir de então, estabeleceu-se diferentes tipologias para conceituar a diversidade de isômeros existentes e a isomeria se tornou a fundamentação de diferentes contextos curriculares da química.

Apesar de sua relevância histórica e epistemológica, de acordo com levantamento da literatura, estudos sobre o ensino-aprendizagem em Isomeria surgem apenas a partir da década de 1990 com Schmidt (1992). Poucos estudos focados nesse objeto químico o sucederam e se relacionaram prioritariamente à avaliação de propostas didático-metodológicas quanto ao uso de: modelos tri-dimensionais computacionais e concretos, mapas conceituais; instrução programada e atividades experimentais (MARCELINO-JR; CAMPOS; 2009). Assim,

percebe-se que o ensino-aprendizagem de isomeria é um campo ainda bastante carente de investigações.

O ensino de Isomeria tem se vinculado diretamente aos conteúdos tradicionais de Química Orgânica que formam parte da cultura escolar mundial. No Brasil, até o momento, ele tem sido tradicionalmente incorporado ao planejamento do currículo formal de química das escolas e, há alguns anos, passou a elencar os conhecimentos químicos propostos para a base comum nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM (BRASIL, 2006). Dentro desse cenário, emerge a preocupação de se conceber as peculiaridades da prática docente relacionadas à formação profissional ligada aos saberes a ensinar no conteúdo Isomeria. Em torno dessa situação, pode ser suscitada uma série de interrogantes do tipo: Qual a significância que é dada aos conceitos em isomeria no ambiente escolar? Quais fatores mais influenciam a inclusão ou supressão desses conceitos como componente curricular? Quais os conceitos mais abordados? Existem dificuldades creditadas ao ensino-aprendizagem dos mesmos? Que estratégias didáticas os docentes utilizam no ensino desses conceitos? Qual a importância dos conceitos em Isomeria enquanto saberes necessários ao exercício da profissão de professor de Química?

Considerando a importância de respostas a tais indagações e a lacuna ainda existente sobre a temática, esta pesquisa buscou investigar o CPC de Isomeria junto a um grupo de professores de Química do ensino médio de escolas públicas. Pretendeu-se tentar caracterizar os questionamentos expostos anteriormente, reunindo-os em objetivos específicos voltados a determinar: i) os conceitos em Isomeria abordados no currículo real da escola pública; ii) as condições que contribuem para a mobilização do pensamento didático dos professores de química nesse contexto; e iii) os obstáculos presentes no processo de intervenção-ação em relação aos conceitos em Isomeria pelos professores de química.

O professor de química se caracteriza por um determinado agir, uma "base de conhecimentos" que lhe conferem uma dada identidade profissional (NUÑEZ; RAMALHO, 2008). Essa base se estrutura a partir dos conhecimentos ou saberes, habilidades, competências, hábitos, que definem a docência como profissão (NEVES *et al.*, 2001). Dentre as tipologias de saberes docentes, diferentes autores destacam o "Conhecimento do Conteúdo Específico" e do "Conhecimento Pedagógico do Conteúdo" (CPC).

Shulman (1986) denota conhecimento do conteúdo específico como o saber disciplinar. No caso da Química, Lopes (1997) o identifica com o conhecimento científico produzido pela ciência Química, como empreendimento cultural e social, e, por isso, dotado de suas especificidades. Chamados por essa autora de "conhecimento escolar", os saberes

curriculares são selecionados dos saberes disciplinares por meio de diferentes mecanismos e formam parte da cultura escolar, em cada contexto sócio-histórico.

O conhecimento pedagógico do conteúdo se constitui como uma mediação entre os saberes disciplinares e curriculares (SHULMAN, 1986). Esse tipo de saber se relaciona ao tratamento dado pelo professor ao conteúdo específico para que ele seja ensinado. Um professor de química com um alto grau de conhecimento pedagógico do conteúdo faz com que os seus interesses e suas motivações levem-lhe a refletir sobre a natureza e estrutura do conhecimento químico e a tratar de identificar grandes ideias e conceitos integradores (TALANQUER, 2004).

METODOLOGIA

O CONTEXTO EMPÍRICO DA PESQUISA E OS PROFESSORES DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida junto professores de química da rede pública em 2009. Eles estavam em exercício docente em sala de aula e realizando o Curso de Especialização em Ensino de Química na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), *campus* Recife, Pernambuco, Brasil, ofertado em convênio com a Secretaria de Educação do Governo do Estado de Pernambuco. Escolheu-se esse grupo pela facilidade de encontrar no mesmo *locus* um grande quantitativo de docentes e pela sua diversificação, tanto em termos distribuição regional quanto em relação à experiência docente. Os profissionais eram oriundos de escolas de diferentes municípios, relacionados às diferentes regiões fisiográficas do Estado de Pernambuco: Litoral, Zona da Mata, Agreste e Sertão. 55% (cinquenta e cinco por cento) dos docentes tinham menos de 5 (cinco) anos de experiência e apenas 20% ensinavam química no ensino médio a mais de 15 (quinze) anos.

O PERCURSO METODOLÓGICO: FUNDAMENTOS E PROCEDIMENTOS

A realização desta pesquisa considerou que o domínio do conhecimento químico não é suficiente para a realização de pesquisas na Área de Educação, devido à complexidade das interações sociais e humanas que o caracterizam. Tomou-se como pressuposto inicial para o estudo as ideias abordadas por Schnetzler (2002, p.15) para a Área de Educação Química que:

[...] é marcada pela especificidade do conhecimento científico, que está na raiz dos problemas de ensino e de aprendizagem investigados, implicando pesquisas sobre métodos didáticos mais adequados ao ensino daquele

conhecimento e investigações sobre processos que melhor dêem conta de necessárias reelaborações conceituais para o ensino daquele conhecimento em contextos escolares determinados. Isso significa que o ensino de ciências/químico implica a transformação do conhecimento científico/químico em conhecimento escolar, configurando a necessidade de criação de um novo campo de estudo e investigação, no qual questões centrais sobre o que, como e porque ensinar ciências/química constituem o cerne das pesquisas.

A pesquisa utilizou procedimentos qualitativos para a obtenção, análise e interpretação dos dados, referindo-se ao caráter subjetivo que envolve os temas tratados. Baseando-se em Minayo (1994, p.22), ele "trabalha com o universo dos significados, aspirações, crenças, valores e atitudes". Para tanto, pretendeu-se que nos sujeitos pesquisados pudessem ser expressas a singularidade, o aprofundamento e a abrangência da compreensão dos fenômenos estudados.

Coleta de dados

Utilizaram-se as seguintes técnicas para coleta de dados: aplicação de um questionário, observação direta em sala de uma aula durante o Curso e entrevistas.

Elaboração e aplicação do questionário

Decidiu-se utilizar um questionário de perguntas abertas, atentando-se para as recomendações metodológicas básicas para desse tipo de instrumento, tanto na sua organização quanto na sua validação (ANDRADE, 2001), até se chegar ao seguinte formato de questões:

1. Há quanto tempo você ensina química na rede pública estadual?
2. Quais as fontes de pesquisa que você mais utiliza para preparar as suas aulas?
3. Qual o papel do livro didático de Química na sua prática pedagógica?
4. Quais recursos didáticos você mais utiliza durante as suas aulas?
5. Em que você se baseia para definir o seu conteúdo programático?
6. Quais os conteúdos de Química Orgânica você mais explora no seu programa escolar?
7. Você aborda a "Isomeria" em seu programa? Por quê?
8. Caso você realize a abordagem desse assunto, quais os conteúdos que são contemplados?
9. Em que situações do cotidiano você pode explorar o conceito de enantiômeros?
10. Você aborda o conceito de enantiômeros dentro do seu programa? Por quê?
11. Caso você realize a abordagem desse conceito em sala de aula, como ela é feita?

Aplicou-se o questionário a 35 (trinta e cinco) professores, 16 (dezesesseis) mulheres e 19 (dezenove) homens, durante uma aula do próprio Curso de Especialização, na UFRPE, em um único momento. Os professores receberam um esclarecimento acerca do objetivo da pesquisa, procurando-se evitar possíveis interferências que pudessem influenciar nas respostas. Consultou-se também o grupo sobre o consentimento para divulgação dos resultados da pesquisa, através de tratamento conjunto dos dados coletados, conforme indicado no próprio instrumento, que não necessitava de identificação pessoal.

Observação direta em sala de aula

Realizou-se uma observação direta em sala de aula na UFRPE, após 3 (três) meses da aplicação do questionário. Nessa oportunidade, 39 (trinta e nove) professores de química participavam de uma aula da disciplina de Ensino de Conceitos de Química II, destinada ao ensino-aprendizagem dos conceitos em Isomeria. A observação nessa aula teve como principais objetivos: i) comparar as falas advindas dos depoimentos dos docentes na aula com os posicionamentos dos mesmos no questionário aplicado e ii) selecionar alguns professores para a etapa de entrevistas. Os registros das observações foram realizados em caderno.

Entrevista semi-estruturada

Para delimitar o volume das informações percebidas na observação das discussões em sala de aula e para dirimir as dúvidas advindas da análise dos questionários, resolveu-se utilizar uma entrevista semi-estruturada. Adotou-se como concepção de entrevista a definição de Haguette (1997, p.86) que a considera um “processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”. Buscou-se selecionar para a entrevista os professores imbuídos da busca de uma prática pedagógica diferenciada. Nesse sentido, os primeiros contatos foram feitos com professores que participaram mais ativamente das discussões na aula observada, expondo abertamente as suas ideias e situando-se na intenção do exercício de uma prática pedagógica reflexiva e transformadora.

Estabeleceu-se com demais critérios seletivos para a escolha do grupo de professores participantes desta parte da pesquisa: i) exercer a docência tanto na rede pública quanto na particular; ii) ter realizado Curso de Licenciatura em Química ou Curso de Licenciatura em Ciências, com habilitação em Química, em sua formação inicial; e, iii) possuir experiência de mais de 15 (quinze) anos de como professor de química do ensino médio. Este último aspecto

foi incluído buscando selecionar professores que já tivessem vivenciado diferentes experiências pedagógicas, inclusive resultantes do efeito de diferentes políticas públicas.

Esse processo permitiu selecionar os 3 (três) professores para parte da pesquisa. Com base em trabalhos disseminados na literatura (TRIVIÑOS, 1987, MANZINI, 1990). Acreditou-se que o número selecionado poderia traduzir adequadamente o posicionamento dominante nas falas dos professores participantes desse Curso de Especialização. Os 3 (três) professores selecionados, todos do sexo masculino, foram identificados por pseudônimos (P1, P2 e P3). O quadro 01 traz algumas descrições destes professores e a sequência numérica indica a ordem da entrevista.

Quadro 01. Descrição dos professores entrevistados

Professor	Idade	Experiência docente	Quantidade de turmas de Química	Turnos		
				M	T	N
P1*	44	24	21	x	x	x
P2*	49	18	7		x	x
P3**	50	21	17	x	x	x

* Formação inicial: Licenciatura em Ciências, com habilitação em Química

** Formação inicial: Licenciatura Plena em Química

Os professores P1 e P2 realizaram toda a Educação Básica em escola pública, sendo que o P1 fez curso técnico. Já o professor P3 frequentou tanto escolas públicas quanto particulares, devido a constantes trocas de cidades resultantes da atividade profissional do seu pai. Além disso, os 3 (três) fizeram curso superior numa mesma universidade pública.

A entrevista foi marcada com antecedência de uma semana, junto a cada entrevistado, informando a cada um a data, a hora e o local, e, antecipadamente, o segredo de suas confidências e de sua identidade.

A preparação específica da entrevista consistiu em organizar o roteiro, segundo propostas de Lakatos (1996). Quanto à formulação das questões, observou-se o cuidado para não elaborar perguntas absurdas, arbitrarias, ambíguas, deslocadas ou tendenciosas, conforme recomendado na literatura (BONI; QUARESMA, 2005). As entrevistas ocorreram em uma manhã de sábado, em horários seguidos, com intervalos de cerca de 10 (dez) minutos entre cada uma delas. O plano de entrevista continha as seguintes questões de estudos relacionados aos objetivos da pesquisa.

As entrevistas foram gravadas em áudio e o tempo de cada uma foi de aproximadamente 30 (trinta) minutos. Posteriormente, elas foram transcritas *verbatim*.

Análise dos dados

Da análise dos dados dos questionários, das observações em sala e das entrevistas, emergiram as dimensões pessoal e profissional dos professores, a identificação dos saberes docentes, os limites presentes na prática pedagógica e os dilemas com os quais convivem em seu cotidiano docente.

Análise dos questionários

Após releituras dos questionários, os resultados foram organizados e processados, baseados em interpretações próprias, a partir das quais se fizeram as inferências necessárias. Buscou-se a organização dos dados coletados, de modo que eles pudessem revelar como os indivíduos percebem e se relacionam com o fenômeno estudado (MINAYO, 2004), trazendo-se citações literais ilustrativas, quando julgado pertinente.

Análise das observações em sala de aula

Das anotações das falas durante a aula, foram selecionados os pontos julgados pertinentes. Eles serviram de base para confrontar as opiniões escritas nos questionários, para orientar a seleção dos entrevistados e para a elaboração das questões do roteiro de entrevista.

Transcrições e análises das entrevistas

Na análise dos resultados das entrevistas, buscou-se avaliar tendências no pensar do conjunto dos 3 (tês) professores. Procurou-se identificar as aproximações e distanciamentos relativos aos parâmetros investigados, conforme em Auler e Delizoicov (2006). As entrevistas foram transcritas no dia seguinte às suas realizações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor apresentação e análise, os resultados são discutidos segundo a estruturação dos objetivos específicos da pesquisa. Tal sistematização abrange o conjunto das questões de estudo nos seguintes itens: 1 - Os conceitos em isomeria abordados como componentes curriculares; 2 - Condições que contribuem para a mobilização do pensamento didático dos professores no contexto dado; 3 - Obstáculos presentes no processo de intervenção-ação em relação aos conceitos em isomeria.

- **Os conceitos em Isomeria abordados como componentes curriculares**

As discussões realizadas na aula e as falas das entrevistas permitiram constatar que os conteúdos trabalhados em Química Orgânica, incluindo a Isomeria, são geralmente realizados na 3ª série do ensino médio. Elas revelam uma tradição didática nessa fase de escolarização no Brasil, que compartimentaliza o currículo químico em Química Geral, Físico-Química e Química Orgânica, nos 1º, 2º e 3º desse nível de ensino, respectivamente.

Em resposta à Questão 6 (“Quais os conteúdos de Química Orgânica você mais explora no seu programa escolar?”), a Isomeria foi citada (espontaneamente) como um dos conteúdos mais abordados: Funções Orgânicas – 68%; **Isomeria – 54%**; Química Estrutural – classificação e nomenclatura – 51%; Reações Orgânicas – 34%). Porém, na Questão 7 (“Você aborda a Isomeria em seu programa?”), 80% indicou que “Sim”. A Questão 8 foi enunciada de forma a possibilitar esse tipo de confronto. Postulava-se com isso que ela reativasse na memória dos professores o conteúdo Isomeria que muitas vezes é incluído dentro de outros conteúdos de Química Orgânica, como Teoria Estrutural e Funções Orgânicas. Mesmo considerando-se os resultados da Questão 8 como referência de percentual, observa-se que a Isomeria não é abordada por uma parcela considerável dos professores entrevistados quando estão ensinando especificamente a Química Orgânica.

Os professores que afirmaram não abordar a isomeria alegaram a falta de tempo como a principal justificativa: “há poucas aulas e um currículo extenso para ser cumprido”. Um dado contraditório surge nesse momento. Conforme verificado nas discussões da aula e nas falas dos entrevistados, para os que contemplam esse conteúdo, a abordagem de Isomeria geralmente envolve pelo menos 8 (oito) aulas, de 50 (cinquenta) minutos cada.

Os professores que afirmaram abordar a isomeria elencaram razões diversas para tal seleção (Questão 7): fazer parte do currículo (20%), mostrar a aplicação da Química Orgânica (20%), ser importante (17%) e ser cobrado no vestibular (11%). A importância do vestibular e dos livros didáticos sobre a seleção do conteúdo Isomeria não foram destacadas amplamente nas respostas a esta questão. No entanto, confrontando-as com as respostas de outras questões e com as falas dos professores durante a observação em aula e durante as entrevistas, percebeu-se tais aspectos atuando como critérios decisivos na inclusão da Isomeria como componente curricular por este grupo, conforme pode ser visto na fala do P1: *O fator que mais influencia na seleção dos conteúdos de química é o vestibular influencia muito, vem de cima pra baixo...*

Os conteúdos referentes à Isomeria citados como mais abordados pelo grupo de professores (Questão 8) foram: Isomeria constitucional (57%); Isomeria geométrica (48%); Carbono estereogênico (“carbono assimétrico”) (5%); Isomeria óptica (28%), Isomeria espacial (11%). Os professores enfatizam bem mais a Isomeria Constitucional em suas abordagens. Alguns afirmam que os alunos a acham mais relevante, conforme visto no P1: *Eles gostam do conteúdo de isomeria constitucional*. Os autores de livros didáticos de química do ensino médio enfatizam bastante em suas obras a isomeria constitucional. Eles utilizam um recurso de classificar os isômeros constitucionais em isômeros de função, posição, cadeia e de compensação (metameria). No entanto, estas tipologias não são comuns na comunidade científica e aparecem como uma “criação didática”, com a finalidade de tentar apresentar a diversidade e facilitar a compreensão da isomeria constitucional.

A pesquisa realizada por Schmidt (1992) revelou que os estudantes são inclinados a restringirem o conceito de isomerismo aos isômeros constitucionais, especificamente a compostos pertencentes a uma mesma classe funcional. Talvez a ênfase dada e o modo como é realizada essa abordagem em Isomeria, enfatizando demasiadamente a Isomeria Constitucional pode ser um dos fatores contributivos para essa visão reducionista da isomeria.

- **Condições que contribuem para a mobilização do pensamento didático dos professores no contexto dado**

Segundo informado nos questionários analisados (Questão 2), todos os professores utilizavam os livros didáticos como fontes de pesquisa para preparação das aulas, sendo a internet também citada por muitos deles (65%) para tal finalidade. Pelo registrado, o livro didático também era tido como a principal fonte para o estabelecimento das práticas didáticas, especialmente na orientação de conteúdos, além de ser o principal material de uso em sala, segundo pode ser visto na seguinte fala: P3: *[...] a gente procura dar ênfase, buscar, direcionar a questão do conteúdo livresco, porque o livro é a orientação maior do aluno. O que eu faço é mostrar pra eles como utilizar o livro, a melhor forma de utilizar o livro*.

O quadro foi elencado como o principal recurso didático, sendo utilizado por todos os professores durante as suas aulas. Todos também indicaram que as metodologias de ensino na abordagem da Isomeria são centradas em um modelo de aulas expositivas. P2: *[...] é bem tradicional mesmo. É aula expositiva.*; P3: *É... aula expositiva mesmo. A aula é tradicional*. Apesar de ser intensamente criticado, o ensino pautado no tradicional modelo de transmissão-recepção ainda prevalece em grande parte das escolas brasileiras no nível médio.

Em relação à dependência do livro didático, Lopes (1992) argumenta que os professores com característica tradicional, não sabendo bem como ensinar, terão como orientação o livro didático que lhes fornece pronto o que deveria ser por eles preparado. Para a autora, o livro didático “não atua como auxiliar no processo de transmissão do conhecimento, mas como modelo padrão, autoridade absoluta, critério último de verdade: parece modelar os professores” (*Ibid.*: 254).

Quanto à relação dos conceitos em Isomeria com outros conceitos químicos, observou-se que os professores acreditam serem necessários conhecimentos prévios para a abordagem dos mesmos, especialmente de teoria estrutural e de funções orgânicas. No entanto, as conexões com outros conceitos são pouco realizadas. A fala do P2 traduz bem essa impressão: *A gente não faz muita relação não, com outros conceitos não. Até porque quando chega essa parte, já ta lá pro final (rs)..., e a gente já não retorna mais pros conceitos...*

Nos relatos dos entrevistados evidencia-se uma prática tradicional de ensino, baseada na transmissão-recepção de conteúdos. Alguns professores demonstram pelas suas falas que estão presos aos conteúdos por série e também aos livros didáticos. Em função disso, realizam um ensino fragmentado. Reduzem o quadro-negro como principal, senão único, suporte pedagógico para as explicações teóricas e resolução de exercícios propostas pelos livros.

- **Obstáculos presentes no processo de intervenção-ação em relação aos conceitos em Isomeria**

Pôde-se perceber no contato com os professores que havia diferença nas atuações dos mesmos de acordo com as redes de ensino nas quais trabalhavam, pública ou privada. Segundo as falas em momentos de discussão ou entrevistas, a Isomeria é trabalhada na escola particular com mais “profundidade”, ou seja, abrange maior número de conteúdos. Na escola pública, geralmente, esse conteúdo não é trabalhado, ou se limita à Isomeria Constitucional. P1: *Eu tento abordar na rede pública, mas é muito difícil. Eu tento trabalhar da mesma forma, mas não dá [...]. Para mim... é o seguinte, é, eu vivo duas realidades. Eu ensino a noite na rede pública e são realidades completamente diferentes da rede privada.*

Os participantes da pesquisa indicaram que há dificuldades em abordar esse conteúdo em sala de aula devido às dificuldades conceituais e desinteresses demonstrados pelos alunos. P1.: *Às vezes, a gente vai pras coisas muito específicas e eles não têm suporte. O difícil é fazer eles visualizarem;* P2: *[...] principalmente quando eles não, não trazem consigo conceitos das funções orgânicas. E pra eles entenderem a parte de isomeria é muito difícil.*

Um ponto também que surgiu nesse momento relacionava-se às dificuldades apresentadas por alguns docentes em abordarem esse conteúdo por falta de domínio dos conceitos e de estratégias didáticas. Por exemplo, numa das suas falas o P1, expõe o seguinte: *Eu acho que a dificuldade maior é do professor [...] É a forma de abordar. Como abordar é o início de tudo, é fundamental.*

Observou-se também que no grupo existia uma forte desatualização conceitual em relação a alguns conceitos, ao serem usados extensivamente os termos “carbono quiral”, “carbono assimétrico”, “isomeria plana” e “isomeria estrutural”, que não são recomendadas pela *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC). Assim como em qualquer campo de atuação profissional, enquanto profissional professor de Química:

[...] é preciso que a abordagem dos conceitos e dos conteúdos de Química seja coerente com a visão atualizada desses, contemplando avanços tanto no conhecimento químico quanto nas concepções da Química como ciência, sua historicidade e suas implicações sociais, sendo essencial a busca sistemática de novas referências e de novas e diversificadas fontes de informação. (LOPES, 1992. p.111)

Conforme trazem Nuñez e Ramalho (2008), a prática profissional do professor se fundamenta tanto na ação quanto nos conhecimentos especializados. Deste modo, observa-se que ela representa um processo que busca a integração de saberes na atualização das competências profissionais no que diz respeito a importância de um domínio que o professor deve ter em relação ao saber ensinado, bem como das singularidades que permeiam a prática docente no contexto profissional, conforme destacam Nuñez e Ramalho (2009). Assim é fundamental que um professor tenha domínio do conteúdo, mas, também, igualmente, é fundamental que ela possua o domínio pedagógico desse conteúdo.

Percebe-se que ao longo dos anos a Isomeria vem sofrendo recortes nos currículos das escolas, muitas vezes, chegando ao ponto de ser totalmente desconsiderada pelos professores do ensino médio, conforme vem sendo levantado por Marcelino-Jr. e Campos (2009). Além disso, quando contemplados, conceitos em Isomeria frequentemente estão associados a aprendizagens restritas a baixos níveis cognitivos, direcionando-se prioritariamente às memorizações temporárias de definições e classificações. Conforme também é usualmente verificado com outros conceitos químicos, tais conceitos geralmente ainda são ensinados em sua “forma final” e pouco se discute acerca de sua gênese. Esses dois últimos aspectos aparecem nas proposições e ideias dos professores de Química investigados nessa pesquisa.

A transformação pedagógica do conhecimento científico requer que o docente domine a matéria, mas com propósito de ensiná-la. Por isso, embora imprescindível para o exercício

profissional, não é suficiente saber química para ser professor de química. É fundamental que um professor tenha domínio do conteúdo e possua o domínio pedagógico desse conteúdo, relacionando a compreensão das estruturas dos conteúdos às formas pelas quais eles se tornam compreensíveis pelos alunos.

CONCLUSÕES

Esse estudo revelou a existência de dificuldades conceituais e epistemológicas do professorado no ensino de conceitos em isomeria. As implicações didáticas dessas dificuldades epistemológicas revelaram baixo domínio do conhecimento pedagógico do conteúdo isomeria.

Observou-se no grupo de professores participantes dessa pesquisa que a isomeria não é um conteúdo dominante em seus currículos do ensino médio. Parte dos professores não o abordam em sala de aula. O conteúdo isomeria é normalmente contemplado no 3º ano, após alguns conceitos iniciais, como Teoria Estrutural e Funções Orgânicas. Os professores geralmente não abordam a isomeria na escola pública. A Isomeria Constitucional é a mais abordada e, segundo os professores, é a “preferida” pelos estudantes.

O ensino de isomeria é pautado num modelo tradicional de transmissão-recepção, com aulas expositivas, centradas no uso do quadro. No processo de intervenção-ação em relação aos conceitos em isomeria, há uma dificuldade em ensinar conceitos relacionados a esse conteúdo. Os principais fatores atribuídos a esta questão se referem à organização do sistema escolar, com poucas aulas destinadas à química, especialmente na escola pública, e na falta de base dos alunos. No entanto, percebeu-se também que os professores apresentam problemas no domínio desse conhecimento científico, tanto em relação ao domínio do conteúdo quanto no domínio pedagógico do conteúdo. Adicionalmente, muitos estão desatualizados em relação a alguns dos conceitos relacionados à Isomeria.

Pretende-se com a pesquisa aqui apresentada ressaltar a importância da Isomeria e do ensino de Isomeria no ensino médio. Especificamente a partir dos resultados obtidos, reforçar a importância da formação continuada dos professores de química. Com isso, espera-se que esse estudo possa auxiliar e estimular à comunidade científica, principalmente à de Educação Química, a desenvolver novas pesquisas e ações que tentem melhorar o quadro aqui relatado. Como sugestão final, recomenda-se que esse estudo possa ser retomado, estendendo o número de professores participantes.

Referências

- ACEVEDO DÍAZ, José Antonio. Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico, *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 6, 1, 21-46, 2009.
- ANDRADE, M.M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 5ª ed. São Paulo: 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5, 2 337-355, 2006.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- BONI, V.; QUARESMA, S.J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. 2, 1, 3, 68-80, 2005.
- BUTLEROV, A. M. On the Chemical Structure of Substances, *Journal of Chemical Education*, 48, 5, 289-291, 1971.
- COOKE, H. A historical study of structures for communication of organic chemistry information prior to 1950. *Org. Biomol. Chem.*, 2, 3179-3191, 2004.
- HAGUETTE, T.M.F. **Metodologias qualitativas na Sociologia**. 5.ed. Petrópolis: Vozes, 1997.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em Química: Processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, 20, 5, 563-568, 1997.
- MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.
- MARCELINO-JR, C.A.C.; CAMPOS, A.F. A abordagem do conceito de isômeros constitucionais: um olhar para a transposição didática em livros de Química. *In: 19º Encontro de Pesquisa Educacional do Norte e Nordeste*. Anais. João Pessoa: Paraíba, 2009.
- MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco; 1998.
- NEVES, L.S.; NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVEIRA, G. C. L.; DINIZ, A. L. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo: Lei e Tabela Periódica. Uma reflexão para a

formação do licenciado em Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1, 85-96, 2001.

NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A profissionalização da docência: um olhar a partir das representação de professoras do ensino fundamental. *Revista Iberoamericana de Educación (Online)*, 1-15, 2008.

_____. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática**: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, 2004.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química nova*, 25. Supl. 1, 14-24, 2002.

SCHIMDT, D. J. **Conceptual difficulties with isomerism**. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 9, 995 – 1003. 1992.

SHULMAN, L. Those who understand knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(2), 4-14, 1986.

TALANQUER, V. Formación docente: que conocimiento distingue a los Buenos maestros de química. *Educación Química*, 15, 1, 2004.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

ⁱ Professor assistente do Departamento de Química da UFRPE e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ⁱⁱ Licenciada em química pela UFRPE.

ⁱⁱⁱ Professora associada do Departamento de Química da UFRPE e doutora em química pela Universidade Federal de Pernambuco.

^{iv} Professor titular do Departamento de Educação da UFRN e doutor em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Havana.