



A EPISTEMOLÓGICA DE LUDWIK FLECK COMO APORTE NA ABORDAGEM DA ISOMERIA ÓPTICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO SUPERIOR

ADRIANA ARAÚJO DE SOUZA LASKOWSKI

RESUMO

No ramo da Química, a Estereoquímica no Ensino Superior seja na modalidade presencial ou EAD, estuda-se o conteúdo isomeria óptica, sendo que dentre as ferramentas didáticas utilizadas na sua abordagem está o livro didático. Os acadêmicos encontram dificuldades na aprendizagem da isomeria óptica, devido ao fato deste conteúdo apresentar pouca relação com situações cotidianas. No contexto educacional atual a BNCC, traz no seu escopo a necessidade de desenvolver nos alunos da Educação Básica competências e habilidades essenciais, a partir da sua inserção na sociedade como protagonista; esta concepção interage diretamente com os cursos de licenciatura, uma vez que os seus acadêmicos serão os professores da Educação Básica. Assim sendo, busca-se nessa proposta apresentar uma análise em livros didáticos utilizados nos cursos de Licenciatura de Química na disciplina de Química Orgânica, observando se este contém informações históricas e contextuais do desenvolvimento da isomeria óptica e possíveis relações com o cotidiano, utilizando como aporte a Epistemologia de Ludwik Fleck. A escolha dos livros didáticos deu-se a partir da consulta às referências bibliográficas das ementas da disciplina de Química Orgânica, sendo selecionados para tal, dois livros mais citados em cada uma das respectivas ementas. Fica evidente nesta análise documental, que nos quatro livros didáticos, os autores optam por uma abordagem envolvendo conceitos científicos complexos em detrimento de uma abordagem centrada no contexto histórico. Este estudo possibilitou refletir sobre a abordagem da isomeria óptica no Ensino Superior, relacionando-as as necessidades atuais da formação docente e das dificuldades encontradas neste estudo, sugerindo para tal, a proposta metodológica do contexto histórico presente na Epistemologia Flekiana, a qual vem permitir que os acadêmicos construam e reconstruam dentro dos coletivos de pensamento problematizações e discussões sobre os processos que envolvem o ensino e a aprendizagem a partir de estilos de pensamentos já consolidados no ensino da isomeria óptica.

Palavras-chave: Contextualização Histórica, Estereoquímica, Ensino.

1 INTRODUÇÃO

Com o advento das tecnologias da informação e comunicação, sobretudo com a internet, ampliou-se novas possibilidades educacionais imagináveis para a educação em outras épocas; é neste contexto que a Educação a Distância (EAD) se insere, como uma revolução que vem quebrando paradigmas educacionais, ultrapassando barreiras, distâncias e acesso por meio dos ambientes virtuais de aprendizagem, passando a ser legitimada, apoiada, fortalecida e incentivada em diferentes níveis de ensino, por favorecer a inclusão do aluno ao ensino independentemente do local onde este se encontre. (Leão *et al*, 2017).

A modalidade EAD, segue o documento normativo da educação BNCC¹, o qual consta

¹ Base Nacional Comum Curricular.

no seu escopo dentre outras áreas da Química, a Química Orgânica, corroborando com o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para o ensino de Química no Ensino Médio e, também para as matrizes curriculares do ENEM; no entanto, a BNCC deixa evidente que a área da Química deverá ser abordada com mais detalhes no Ensino Superior. (Silva, 2021).

Existem desafios para professores no ensinar e para os alunos e acadêmicos quanto à aprendizagem dos conceitos centrais da Química, especificamente na Estereoquímica estudada na Química Orgânica, o que desencadeou em um crescimento das pesquisas em torno da área de Educação Química possibilitando verificar os resultados do seu ensino, sendo que a maioria destas pesquisas é voltada para o Ensino Médio e poucas são relacionadas ao Ensino Superior. (Rodrigues; Silva; Quadros, 2011) (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021).

Dentre os desafios relacionados à aprendizagem da Estereoquímica², está à maneira como os átomos em um composto químico estão conectados por meio do arranjo espacial nos compostos orgânicos e que são apresentadas pelas teorias modernas relacionando-as as propriedades observadas macroscopicamente com a sua estrutura submicroscópica. (Cedram; Filho, 2019).

Para Alves, Sangiogo e Pastoriza (p. 2021), estas dificuldades de aprendizagem “tendem a estar ligadas à falta de vínculo entre Química Orgânica e outros conceitos químicos, como a falta de contextualização com o cotidiano dos estudantes, além de dificuldades na interpretação da linguagem química”.

Os livros são uma das ferramentas didáticas que podem ser utilizadas pelo professor na abordagem do conteúdo isomeria óptica na Estereoquímica, uma vez que apresentam especificidades de concepções a respeito da ciência e do conhecimento científico, seja de forma implícita ou explícita, o que influencia a visão de seus leitores a respeito do estudo em questão. (Cedram; Filho, 2019).

Diante da relevância dos livros didáticos, bem como das dificuldades que os acadêmicos apresentam no estudo da isomeria óptica, que este artigo é pensado, objetivando selecionar e avaliar a abordagem deste conteúdo apresentada pelos livros didáticos de Química Orgânica nos cursos de Licenciatura em Química surgindo a partir das considerações aqui levantadas, a elaboração da seguinte questão norteadora: “Qual é a relevância da organização do conteúdo isomeria óptica trazida nos livros didáticos de Química Orgânica usados no Ensino Superior diante do contexto educacional trazido pela BNCC para o ensino, aprendizagem e formação profissional dos acadêmicos nas graduações de Licenciatura em Química na modalidade EAD e presencial?”.

Assim sendo, busca-se nessa proposta de artigo apresentar uma análise em dois livros didáticos utilizados em cada uma das modalidades presencial e EAD nos cursos de Licenciatura de Química, observando se estes contém uma contextualização histórica do desenvolvimento da isomeria óptica e possíveis relações com o cotidiano, utilizando como aporte a Epistemologia de Ludwik Fleck³.

1.1 O Uso da Epistemologia Fleckiana para Análise do Perfil dado a Isomeria Óptica nos Livros Didáticos de Química Orgânica na Modalidade Presencial e EAD

Segundo teorias cognitivas, a apropriação dos conceitos científicos envolvidos na aprendizagem da isomeria óptica, requer uma ação mediada do ensino, por meio de atividades

² Do grego estéreo (sólido, tridimensional), estuda as características tridimensionais das moléculas e suas relações com as propriedades dos compostos.

³ Ludwik Fleck (1896 - 1961) foi um cientista nascido no atual ucraniano que teve sua vida acadêmica concentrada na Microbiologia, mas com trabalhos inovadores dentro da Filosofia da Ciência e História da Ciência. Escreveu em 1935 o livro: ‘Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico’.

planejadas, uma vez que diferentemente dos conhecimentos cotidianos, apresentarem um alto nível de sistematização, hierarquização e logicidade, expressas em princípios, leis e teorias como características fundamentais dos conceitos científicos. (Raupp; Del Pino, 2015).

O estudo da isomeria óptica condiz com a trajetória histórica da ciência Química, pois essa trajetória está profundamente influenciada pela ordem em que os estudos se desenvolvem no contexto histórico, onde cada época apresenta seu estilo de pensamento⁴ e a atividade humana são representadas pelo processo de conhecimento, ou seja, o produto social por excelência, o qual não pode ser entendido apenas como uma relação binária entre sujeito e objeto, uma vez que o coletivo de pensamento⁵ onde esses sujeitos se encontram, precisa ser incluído nesse vínculo, o que torna o conhecimento na perspectiva histórica uma epistemologia também social. (Nicoladeli, 2020).

Segundo Fleck, as condições sociais e culturais de uma época exercem influência sobre um fato científico, ou seja, sobre o estilo de pensamento daquele momento histórico. (Queiros; Nardi, 2008).

Este pensamento de Fleck embasa a reflexão de Raupp e Del Pino (p.148, 2015), na qual “a contextualização em estereoquímica, envolve em um primeiro nível a aprendizagem dos conceitos científicos e a partir da aquisição desses conceitos a possibilidade de estabelecer relações entre com os fenômenos do cotidiano.”.

A busca por relacionar os conceitos científicos da isomeria óptica com a contextualização histórica apresentada na Epistemologia Fleckiana, visa romper com alguns paradigmas que podem estar associados ao nível de rejeição ao estudo do tema, como por exemplo, o seu estudo tratar-se de uma ciência criada basicamente por gênios ou que está longe de ser compreendida ou realizada. (Raupp; Del Pino, 2015).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Diante desta proposta apresentada na Epistemologia de Ludwik Fleck, elaborou-se uma tabela (a qual encontra-se abaixo) contendo as informações obtidas na revisão bibliográfica utilizada neste artigo com a finalidade organizar uma linha do tempo em que surgiram as ideias, linguagem e teorias no decorrer do estudo da Estereoquímica da qual a isomeria óptica faz parte:

Tabela 01: Contextualização Histórica dos Estudos Envolvendo Isomeria Óptica

ANO CIENTISTA CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS

1807	Berzelius	Introdução do termo orgânico no estudo dos compostos derivados de organismos vivos
1808	Etienne Louis Malus	Demonstrou que a luz ordinária, vibrações eletromagnéticas de um conjunto de diferentes comprimentos de ondas e que vibram em diferentes planos, ao atravessar um cristal de quartzo, polarizava essas vibrações em um só plano, resultando na luz polarizada.
1820	Liebig, GayLussac, Wöhler	Síntese de compostos com a mesma composição (fulmirato de prata e o cianeto de prata).

⁴ Trata-se de uma percepção direcionada, o que não pode ser pensando de outra maneira, uma estrutura prévia do pensar. É marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios de conhecimento. É acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico e literário do sistema do saber.

⁵ Um coletivo de pensamento é considerado por Fleck como o grupo de pessoas que trocam ideias e estão em uma situação de influência recíproca.

	Berzelius	
?	Berzelius	Proposição do termo isomeria, conforme a teoria atômica vigente de Dalton.
1846	Louis Pasteur	“Estudo dos fenômenos relativos à polarização rotatória dos líquidos”
1861	Butlerow	Introduziu o conceito de estrutura.
1874	Jacobus Henricus van't Hoff e Joseph Achille Le Bel	Propuseram que os quatro substituintes do carbono se orientam no espaço, cada um ocupando um vértice de um tetraedro, com o carbono no centro. (quiralidade).
1915	Jean Baptiste Biot	Estudo da estereoquímica: substâncias que eram capazes de provocar um ângulo de rotação no plano de polarização.
1951	?	Introdução de um método especializado de difração de raios X para o estudo da disposição espacial dos átomos ou conjuntos de átomos ligados ao carbono quiral.
1951	Cahn, Ingold e Prelog	Regras de Sequências para a disposição dos átomos em torno do carbono assimétrico.
1956	Lord Kelvin	Cunhou a palavra quiral (do Grego, cheir, mão) para designar o carbono assimétrico.
1960	Talidomida	Racematos (mistura de enantiômeros)- evidência da importância do estudo da quiralidade nas propriedades farmacológicas.
1975	John Warcup Cornforth	Trabalho de pesquisa na estereoquímica de reações catalisadas por enzimas.
1975	Vladimir Prelog	Trabalho de pesquisa na estereoquímica de moléculas e reações orgânicas
2001	William Knowlsey, Barry Sharpless e Ryoji Noyori	Trabalho de pesquisa em Desenvolvimento de catalisadores quirais que permitiram a síntese de moléculas opticamente ativas.

Fonte: Compilado pela Autora, 2023.

Para desenvolver a proposta de pesquisa deste artigo, buscou-se primeiro definir quais os livros que seriam analisados; segundo escolher as instituições de Ensino Superior que ofertam o Curso de Licenciatura em Química na modalidade presencial e EAD na cidade em que moro (União da Vitória-PR) e cidades vizinhas e por terceiro identificar nas páginas de oferta dos cursos^{6 7} e nos seus Projeto Pedagógico^{8 9 10} os livros de Química Orgânica indicados na bibliografia que abordam o conteúdo isomeria óptica, bem como as concepções dos respectivos cursos.

Dentre os livros indicados, optou-se por dois livros de cada instituição de ensino

⁶ UNESPAR. Química. Disponível em: Química — Universidade Estadual do Paraná Campus de União da Vitória (unespar.edu.br). Acesso em: 01 de Novembro de 2023.

⁷ UNIASSSELVI. Química. Disponível em: Química (uniasselvi.com.br). Acesso em: 10 de Novembro de 2023.

⁸ PROGRAD, Projeto pedagógico do Curso de Licenciatura em Química. União da Vitória, 2020.

⁹ UNIASSSELVI, Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química. Indaial, 2022.

¹⁰. Universidade Estadual do Paraná.

(Tabela 02), os quais apresentaram maior frequência na indicação de bibliografia básica da disciplina de Química Orgânica em cada uma das instituições de ensino escolhidas.

Tabela 02: Escolha de Livros Didáticos

INSTITUIÇÃO DE ENSINO	DIDÁTICO DE QUÍMICA ORGÂNICA	AUTORES	MODALIDADE DE ENSINO
Unespar ¹¹	Química Orgânica. Vol. 1. Tradução da 6ª Edição Norte Americana, 2005.	Jhon McMurry	Presencial
Unespar	Química Orgânica. Vol. 1. Tradução da 7ª Edição, Editora: LTC, 2021.	T. W. Grham Solomons e Craig B. Fryhle	Presencial
Uniassevi ¹²	Fundamentos da Química Orgânica. 1ª Ed. Indaial: UNIASSELVI, 2021	Alessandra Jorqueira Vicente Carvalho	EAD
Uniassevi	Química Orgânica I. Indaial: UNIASSELVI, 2018.	Clarice Fedosse Zornio	EAD

Fonte: Compilado pela Autora, 2023.

A análise da presença da contextualização histórica nos livros de Química Orgânica selecionados ocorreu a partir dos capítulos referentes à abordagem da isomeria óptica na Estereoquímica, tendo como base de apoio nesta análise a Epistemologia de Ludwik Fleck e as concepções do documento normativo BNCC que rege a Educação Básica e que está ligada diretamente a formação de professores nos cursos de Licenciaturas.

No quarto momento desta pesquisa, os livros didáticos selecionados tiveram seus respectivos capítulos /unidades analisados se as sequências dos conteúdos estão relacionados à contextualização histórica:

a) Livro didático de Química Orgânica do autor Jhon McMurry:

Neste livro, o autor inicia o capítulo 5 com uma analogia da imagem especular da mão e no decorrer, apresenta uma abordagem voltada para a aprendizagem dos conceitos científicos seguidos de exemplo das moléculas em fórmula bola varetas em um único plano e representação de ligações químicas relacionadas a simetria da molécula (molécula com dois centros quirais). Contudo, tanto a citação quanto a representação dessas moléculas não estão relacionadas a onde estas são encontradas ou mesmo a sua descoberta (contextualização). Quanto à abordagem histórica, esta é feita apenas envolvendo os estudos de dois cientistas (Biot e Pauster) sem nexo com os trabalhos anteriores dos demais cientistas que antecederam o estudo em questão e ainda não está na sequência da abordagem do conteúdo ao qual se relaciona, deixando a sensação que esta colocação é mais uma “curiosidade” do que uma abordagem contextual histórica.

b) Livro didático de Química Orgânica do autor Solomons e Fryhle:

No Capítulo 5 deste livro, os autores iniciam com uma breve abordagem da quiralidade com moléculas essenciais para o desenvolvimento da vida na Terra citando as moléculas do aminoácido alanina. A abordagem dos conteúdos segue também com as formas de representação das moléculas usadas por McMurry em seu livro, optando também por uma linguagem objetiva ao descrever os conceitos. Na parte contextual, traz a no item 5.3 a importância biológica da quiralidade exemplos como conchas marinhas, às plantas madressilva e Adelaide, citando que há quiralidade nas moléculas de açúcar e em enantiômeros do limoneno, responsável pelo odor das laranjas; já no item 5.10 intitulado drogas quirais, aborda de forma sucinta, ou seja, apenas citando que existe relação da quiralidade com os anti-inflamatório ibuprofeno e com a droga anti-hipertensiva metildopa e

com o antibiótico penicilina. Nesta concepção, apresenta no box como informação extra a presença de enantiômeros nas proteínas não naturais. Quanto a parte histórica, os autores dão pouca ênfase, sendo que as poucas partes abordadas não estão seguindo uma relação os estudos realizados anteriormente nem com a sequência dada ao conteúdo no livro. Percebe-se também quem em tópicos importantes como o 5.3, onde faz menção a atividade do medicamento talidomida, não há uma relação entre a história deste medicamento com os estudos dos cientistas que se desenvolveram e que compõe a isomeria óptica; também no tópico 5.7B que traz a descrição do funcionamento do polarímetro, não aborda quais cientistas elaboraram e em qual contexto houve essa necessidade.

c) Livro didático de Química Orgânica do autor Alexsandro Nunes Colim

Na parte contextual, a autora usa como exemplos explicativos da estereoquímica do ácido láctico e do ácido tartárico, no entanto, não informa onde encontram-se estas substâncias nem a aplicação das mesmas no cotidiano, dando estas informações ao citar as substâncias limoneno, asparagina e propoxifeno, sendo que em nenhuma delas é relacionada os cientistas que as estudaram e a representação estrutural das substâncias citadas é feita no sistema bola varetta e em um único plano. Já na parte histórica, apenas é contada de forma breve sobre a talidomida, sem citar os cientistas e os estudos que estes desenvolveram a partir da investigação deste fármaco.

d) Livro didático de Química Orgânica da autora Alessandra J. V. Carvalho

As representações das substâncias seguem as mesmas formas usadas pelos outros autores. A autora apresenta apenas duas partes contextuais: o primeiro sobre as drogas quirais aborda a sua comercialização como mistura racêmica e como enantiômeros puros e no segundo, traz uma leitura complementar ao final do tópico intitulada “O triunfo dos canhotos” de Francisco bicudo, explica como os aminoácidos se organizam no momento de formar as proteínas de qualquer ser vivo, usando dentre outras explicações a quiralidade. A abordagem histórica é praticamente inexistente e a sua escrita deixa o leitor/estudante com a impressão de que trata-se apenas de uma curiosidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da pesquisa, fica evidente que em todos os quatro livros didáticos de Química Orgânica que foram analisados, há falta de uma abordagem centrada no contexto histórico coerente com os tópicos/capítulo dos conteúdos da isomeria óptica organizados na estereoquímica.

4 CONCLUSÃO

No término da revisão de literatura, ficou evidente que há pouca pesquisa realizada quanto à oferta de cursos de Licenciatura em Química tanto na modalidade presencial quanto EAD relacionadas ao ensino de Química Orgânica e a análise de livros didáticos.

Dos quatro livros didáticos de Química Orgânica que foram aqui analisados, destacou-se a não articulação de elementos conceituais da isomeria óptica com o contexto histórico em detrimento de uma abordagem mais científica, ocasionando em dificuldades tanto para o professor usar estes livros para preparar as aulas, quanto para os acadêmicos na compreensão dos termos científicos e do porquê do seu estudo.

Como os livros didáticos ainda são uma ferramenta presente no Ensino Superior, faz-se necessário que estes sejam revistos por seus autores de modo a contemplarem as novas demandas colocadas pela BNCC, uma vez que os acadêmicos do curso de Licenciatura em Química irão atuar na Educação Básica e os livros adotados nos cursos, trazem mais concepções de cursos de bacharelado, industrial, farmacêutico e técnico.

Percebe-se que o encaminhamento do estudo da isomeria óptica a partir da epistemologia Fleckiana, possibilita que os acadêmicos construam e reconstruam dentro dos

coletivos de pensamento problematizações e discussões sobre os processos que envolvem o ensino e a aprendizagem observando os estilos de pensamentos já consolidados no ensino da isomeria óptica, ampliando o saber através das formas tanto de abordagens quanto de recortes conceituais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Natália Bozzetto; SANGIOGO, Fábio André; PASTORIZA, Bruno dos Santos. Dificuldades no Ensino e na Aprendizagem de Química Orgânica do Ensino Superior-Estudo de Caso em duas Universidades Federais. **Química Nova**, v. 44, p. 773-782, 2021.

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum Editora, 2010, 1a Ed. (tradução de Mariana Camilo de Oliveira e Georg Otte da edição inglesa de 1979).

FREITAS, Ricardo Martins Ferreira Silva. **Reflexões sobre a Química Orgânica no Curso de Licenciatura em Química: o ENADE em foco**. Trabalho de Conclusão de Conclusão de Curso. Licenciatura em Química. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal. Curso de Graduação em Química. Monografia de Conclusão de Curso apresentada à Comissão Avaliadora como parte das exigências do Curso de Graduação em Química: Licenciatura, do Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia. Ituiutaba / MG. 2018. 50f.

LEÃO, Marcelo Franco *et al.* Oferta de Cursos de Licenciatura em Química no Brasil e Breve Histórico desses Cursos em Mato Grosso. *EaD em Foco*, v. 7, n. 3, 2017.

NICOLADELI, Angelo Tenfen. **Gênese e Desenvolvimento do Conceito de Seleção Natural**. 2020. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Biológicas. Departamento de Ecologia e Zoologia Curso. Licenciatura Em Ciências Biológicas. Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas. Florianópolis, 2020. 89 f.

RAUPP, Daniele Trajano; DEL PINO, José Cláudio. Estereoquímica no Ensino Superior: Historicidade e Contextualização em Livros Didáticos de Química Orgânica. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 1, 2015.

RODRIGUES, Salomão Bento de Vasconcelos; SILVA, Dayse Carvalho da; QUADROS, Ana Luiza de. O Ensino Superior de Química: Reflexões a partir de Conceitos Básicos para a Química Orgânica. **Química Nova**, v. 34, p. 1840-1845, 2011.