

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**O ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA:  
UM ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO UM CURSO DE  
FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

**Henrique Cesar Musetti**

Tese apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
DOUTOR EM CIÊNCIAS, área de  
concentração: QUÍMICA GERAL

**Orientador: Prof. Dr. Tiago Venâncio  
Coorientadora: Prof.a. Dra. Clelia Mara de Paula Marques**

**São Carlos - SP  
2025**

Musetti, Henrique Cesar

O ensino e aprendizagem de química orgânica: um estudo de caso envolvendo um curso de formação de professores / Henrique Cesar Musetti -- 2025.  
145f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos,  
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Tiago Venâncio

Banca Examinadora: Tiago Venâncio, Ricardo Castro de  
Oliveira, Luciane Fernandes de Goes Bazetti, Valéria de  
Souza Marcelino, Jackson Gois da Silva

Bibliografia

1. Ensino de química. 2. Recursos educacionais. 3.  
Análise textual discursiva. I. Musetti, Henrique Cesar. II.  
Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Arildo Martins - CRB/8 7180



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Henrique Cesar Musetti, realizada em 27/06/2025.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Tiago Venâncio (UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Castro de Oliveira (IFSP)

Prof. Dr. Luciane Fernandes de Goes Bazetti (USP)

Prof. Dr. Valéria de Souza Marcelino (IFF)

Prof. Dr. Jackson Gois da Silva (UNESP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Química.

# DEDICATÓRIA

Para Kalel e Juh.

## AGRADECIMENTOS

Em especial, à minha mãe, Elma, e à minha tia Eni, por todo o amor, apoio e incentivo em todos os momentos de minha vida. Amo muito vocês, muito obrigado por tudo.

À minha companheira, Juliana, por seu amor, compreensão, paciência, apoio, carinho e torcida, e ao nosso filho Kael. Vocês iluminam minha vida.

Às minhas tias Eliete, Brígida, Edna (*in memorian*) e Elza (*in memorian*), aos meus avós, Oswaldo (*in memorian*) e Júlia (*in memorian*), à minha prima e afilhada Júlia Victória Reis e ao meu querido e amado primo João Victor Reis. Obrigado pela presença de vocês em minha vida, pela inspiração, pelo apoio e por todo o carinho.

Aos amigos Fernando Ferreira, Gabriel Gaspar, Henrique Ferraz de Arruda e Maicon Malimpensa, pela amizade, generosidade e por sempre me inspirarem e me incentivarem a me aprimorar, pessoal e profissionalmente.

Ao IFSP, pela possibilidade de realizar este trabalho por meio de incentivo à qualificação que oportuniza aos seus servidores.

Ao Programa de Pós-Graduação em Química da UFSCar, pelo suporte acadêmico, pelo incentivo a pesquisas em Ensino de Química e pelo fomento à participação de seus estudantes em congressos e encontros científicos.

A todos(as) os(as) participantes desta pesquisa, que colaboraram de maneira tão ativa e solícita. Muito obrigado pela confiança e por tornar este trabalho possível.

Aos professores que participaram da comissão julgadora e à Prof.a. Dra. Tathiane Milaré, por todas as críticas e contribuições fundamentais acerca deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Tiago Venâncio, pelo amparo, orientação, respeito e amizade.

À Prof.a. Dra. Clélia Mara de Paula Marques, pelo seu acolhimento, orientação, incentivos e aconselhamentos.

A Deus.

É preciso sair da ilha para ver a ilha. Não nos vemos se não saímos de nós (José Saramago)

## **LISTA DE SIGLAS**

ATD – Análise Textual Discursiva

ERE – Ensino Remoto Emergencial

PCC – Prática como Componente Curricular

QO1 – Química Orgânica 1

RE – Recursos Educacionais

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Diagrama da atividade humana e da relação epistemológica correspondente .....  | 16 |
| Figura 2 – Respostas dos estudantes sobre como classificavam seus conhecimentos sobre três tópicos da química, no início da disciplina de QO1 .....           | 46 |
| Figura 3 – Temas difíceis, na percepção dos estudantes, ao final da disciplina de QO1 .....   | 47 |
| Figura 4 – Momentos em laboratório de química, durante a disciplina de Química Orgânica 1 .....   | 63 |
| Figura 5 – Imagens projetadas pela docente durante abordagem sobre o tema <i>hibridização</i> .....   | 65 |
| Figura 6 – Notas do autor sobre um momento de ensino e aprendizagem envolvendo abordagem de <i>hibridização</i> e de estrutura de uma molécula orgânica ..... | 67 |
| Figura 7 – Emprego de objetos alternativos como recurso educacional .....   | 68 |
| Figura 8 – Prática com <i>palitos</i> e <i>jujubas</i> em sala de aula para a construção de moléculas orgânicas.....  | 71 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Categorias Iniciais ( <i>a priori</i> ) .....  | 40 |
| Quadro 2 – Recorte da fragmentação das respostas ao questionário inicial .....                                  | 49 |
| Quadro 3 – Recorte da fragmentação das respostas ao questionário final.....                                     | 49 |
| Quadro 4 – Recorte da fragmentação das respostas em entrevistas com estudantes<br>.....                         | 50 |
| Quadro 5 – Recorte da categorização das unidades empíricas (fragmentos) das<br>respostas aos questionários..... | 52 |
| Quadro 6 – Recorte da categorização das unidades empíricas (fragmentos) das<br>entrevistas.....                 | 53 |
| Quadro 7 – Estabelecimento de Categorias Finais (provisórias) I .....   | 55 |
| Quadro 8 – Estabelecimento de Categorias Finais (provisórias) II .....  | 56 |
| Quadro 9 – Estabelecimento de Categoria Final .....   | 57 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Estudantes e sua participação nesta pesquisa ..... | 44 |
|---|----|

## RESUMO

O ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA: UM ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES. O ensino de Química é permeado pela utilização de símbolos, analogias, imagens, modelos e representações diversas. Especialmente em cursos de formação inicial de Professores de Química, questões sobre comunicação e linguagem precisam não somente ser apresentadas com cuidado aos estudantes, mas, também, terem a reflexão sobre seu uso estimulada, destacando que a escolha dos modos de representação pode ter influência direta na aprendizagem. No ensino de Química Orgânica é bastante presente a utilização de representações e, muitas vezes, utilização de uma ou mais ferramentas de visualização, desejando-se que os estudantes elaborem conceitos e realizem interpretações alinhadas aos conhecimentos químicos vigentes e em transformação. Diante disso, esta pesquisa buscou caracterizar, especialmente, como tem sido as abordagens e os recursos utilizados em disciplina de Química Orgânica em um curso de formação de professores, além de aspectos gerais do ensino e aprendizagem nesse contexto, como, por exemplo, as relações entre os sujeitos. Essa pesquisa apresentou caráter qualitativo, empregando-se como instrumentos de coleta de dados questionários, entrevistas semiestruturadas e observação. Os dados obtidos foram analisados por meio de análise textual discursiva (ATD) e à luz de uma perspectiva sociocultural, com amparo na teoria da ação mediada de Wertsch. Dentre as principais conclusões deste trabalho, pode-se citar os bons efeitos alcançados na aprendizagem com a utilização de objetos materiais para auxílio em percepções estruturais tridimensionais, sugerindo que um uso precoce e mais frequente na disciplina em questão pode potencializar o ensino e aprendizagem de seus conceitos centrais, muitas vezes em associação com TDIC. Os resultados também permitiram perceber que incentivar a formação continuada de professores, em especial aqueles que atuam na formação inicial de professores, pode ajudar a melhorar a familiarização com estes recursos assim como sua utilização na prática docente. Ademais, a pesquisa evidenciou a importância da boa relação entre professores e estudantes para a motivação e permanência em uma disciplina desafiadora como a Química Orgânica.

**Palavras-chave:** ensino de química, recursos educacionais, teoria da ação mediada, visualização no ensino de química, análise textual discursiva

## ABSTRACT

THE TEACHING AND LEARNING OF ORGANIC CHEMISTRY: A CASE STUDY INVOLVING A TEACHER TRAINING COURSE. Chemistry teaching is permeated by the use of symbols, analogies, images, models, and diverse representations. Especially in initial teacher training courses in Chemistry, issues of communication and language need not only to be presented carefully to students, but also to have reflection on their use encouraged, highlighting that the choice of representational methods can have a direct influence on learning. In the teaching of Organic Chemistry, the use of representations and, often, one or more visualization tools is quite common, with the aim of enabling students to develop concepts and make interpretations aligned with current and evolving chemical knowledge. Therefore, this research sought to characterize, especially, the approaches and resources used in Organic Chemistry in a teacher training course, as well as general aspects of teaching and learning in this context, such as the relationships between the subjects. This research was qualitative in nature, employing questionnaires, semi-structured interviews, and observation as data collection instruments. The data obtained were analyzed through discursive textual analysis (DTA) and from a sociocultural perspective, supported by Wertsch's theory of mediated action. Among the main conclusions of this work, one can cite the positive effects achieved in learning with the use of material objects to aid in three-dimensional structural perceptions, suggesting that early and more frequent use in the subject in question can enhance the teaching and learning of its central concepts, often in association with DICT. The results also revealed that encouraging continuing education for teachers, especially those involved in initial teacher training, can help improve familiarity with these resources as well as their use in teaching practice. Furthermore, the research highlighted the importance of a good relationship between teachers and students for motivation and retention in a challenging subject like Organic Chemistry.

**Keywords:** chemistry teaching, educational resources, theory of mediated action, visualization in chemistry teaching, discursive textual analysis

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| SOBRE O PESQUISADOR E SUAS MOTIVAÇÕES .....  | 1   |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 3   |
| 2 LINGUAGEM E ENSINO DE QUÍMICA .....  | 6   |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO .....  | 14  |
| 3.1 Revisitando concepções sobre o <i>conhecer</i> humano.....                           | 14  |
| 3.2 <i>Ação e mediação</i> : considerações gerais .....                                  | 20  |
| 3.3 <i>Ação Mediada</i> na perspectiva de Wertsch .....                                  | 23  |
| 4 QUESTÕES DE PESQUISA E OBJETIVOS .....   | 27  |
| 5 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO CONTEXTO DA FONTE DE DADOS .....                               | 29  |
| 6 METODOLOGIA .....  | 30  |
| 6.1 Pesquisa Qualitativa.....  | 30  |
| 6.2 Estudo de Caso.....  | 30  |
| 6.3 Questionários e Entrevistas Semiestruturadas .....                                   | 32  |
| 6.4 A Observação .....   | 35  |
| 6.5 Análise dos Dados: Análise Textual Discursiva (ATD).....                             | 36  |
| 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....  | 42  |
| 7.1 Contato com a instituição e cuidados éticos .....                                    | 42  |
| 7.2. Características gerais dos participantes da Pesquisa.....                           | 42  |
| 7.2.1 Características gerais da Docente .....  | 43  |
| 7.2.2 Características gerais dos estudantes .....  | 44  |
| 7.3. Análise Textual Discursiva: <i>fragmentação, unitarização e categorização</i> ..... | 48  |
| 7.4. Metatexto .....   | 58  |
| 7.5. Ponderações derivadas das análises .....  | 102 |
| 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....   | 108 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 110 |

## **APÊNDICES**

Apêndice 1 - Questionário inicial aplicado aos estudantes

Apêndice 2 - Questionário final aplicado aos estudantes

Apêndice 3 - Roteiro da entrevista semiestruturada com os estudantes

Apêndice 4 - Roteiro da entrevista semiestruturada com a docente

Apêndice 5 - Termo de consentimento livre e esclarecido (estudantes)

Apêndice 6 - Termo de consentimento livre e esclarecido (docente)

## **SOBRE O PESQUISADOR E SUAS MOTIVAÇÕES**

*Cada um lê com os olhos que tem. E interpreta a partir de onde os pés pisam.  
Todo ponto de vista é a vista de um ponto (Leonardo Boff)*

Cursei Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em São Carlos-SP, e fiz Mestrado em Química pela mesma Instituição, desenvolvendo a pesquisa na Embrapa Instrumentação, imediatamente após a conclusão da graduação (2013). Durante o mestrado, trabalhei com síntese de materiais inorgânicos.

Pouco tempo após a finalização do mestrado, em 2017, ingressei como Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), instituição em que trabalho quando redijo este texto.

A partir de experiências como docente em curso de Licenciatura no IFSP, surgiu em mim o interesse em compreender melhor aspectos sobre a formação de professores de Química, e, também, acerca de processos de ensino e aprendizagem em Química, o que me levou a buscar a área de Ensino de Química para realização de Pesquisa de Doutorado.

Desde meus primeiros passos no aprendizado de Química (incluindo o percurso no Ensino Médio) e, também, durante minha prática de ensino, como professor, me fascino pela importância e delicadeza de uma comunicação eficaz, realizada e mediada pelos docentes, envolvendo conhecimentos desta e de outras áreas do conhecimento, tanto no aspecto oral, como no visual, representacional etc.

A presente proposta de investigação surge do encontro entre o interesse em compreender melhor aspectos relacionados à construção de conceitos no Ensino de Química, e a percepção de muitas dificuldades de aprendizagem apresentadas por estudantes de Cursos de Licenciatura em Química, especialmente em disciplinas de Química Orgânica, durante minha prática como docente.

Dentre as principais dificuldades observadas nesta minha prática, além das já mencionadas, e compartilhada, também, por alguns colegas, encontram-se aquelas relacionadas às configurações eletrônicas, às teorias de hibridização e de ressonância, a aspectos relacionados às representações e visualizações de objetos tridimensionais (e que demandam certas habilidades *visuoespaciais*). É comum, também, reclamações de estudantes sobre o volume dos conteúdos ministrados e certa “sobrecarga” de informações para processar.

Curiosamente, apesar das dificuldades e dos desafios mencionados anteriormente, nota-se que estes estudantes reconhecem a importância de disciplinas de Química Orgânica e suas potencialidades. Em pesquisa realizada por Corrêa (2015), por exemplo, verificou-se que estudantes de Cursos de Licenciatura indicam disciplinas de Química Orgânica como sendo as que mais contribuíram para sua formação (inclusive, no aspecto didático-pedagógico) ao longo do curso.

De acordo com minhas percepções durante minha prática docente, parece comum que tais estudantes ingressem nestes cursos com certas defasagens educacionais importantes do ensino médio. Muitos relatam, não raramente, que sequer tiveram a oportunidade de cursar disciplinas de Química, Física, Matemática e/ou Biologia, integral ou parcialmente, e de modo efetivo, durante o Ensino Médio.

Além disso, especialmente em cursos oferecidos no período noturno, o perfil destes estudantes é, muitas vezes, o de pessoas que trabalham em período diurno e que não ingressaram no Ensino Superior imediatamente após a conclusão do Ensino Médio. Por vezes, passando-se anos até seu ingresso naquele nível de ensino.

Estes estudantes têm chegado a estes cursos com uma série de carências e defasagens educacionais que, provavelmente, impactam no seu aproveitamento acadêmico, demandando certas ações institucionais para superar tais defasagens.

Essas e outras de minhas características e perspectivas, pessoais e profissionais, impactaram, inevitavelmente, desde a temática deste projeto, até seus questionamentos, captações, ênfases, interpretações e expectativas. Em algum grau, minha história, formação, visão de mundo, experiências etc., colaboraram para as análises e argumentações desenvolvidas aqui, sem que, evidentemente, fossem excluídos o rigor científico e a ética inerentes a este tipo de produção.

Ademais, a oportunidade de realizar essa pesquisa, por sua vez, me proporcionou muitas novas compreensões, além de importantes ressignificações, que, sem dúvida, enriqueceram minha percepção para além das problemáticas aqui enfatizadas. Espero que esse trabalho possa trazer contribuições para a área, seus pesquisadores e demais profissionais da educação tanto quanto possibilitou a mim.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química é permeado pela utilização de símbolos, analogias, imagens, modelos e representações diversas, que são essenciais para a compreensão deste ramo da Ciência. A apropriação desta linguagem (representações, visualizações etc.) envolve processos cognitivos complexos, relacionados a interpretações e relações entre objetos/entidades submicroscópicas abstratas e suas diversas possibilidades de representação (Araujo Neto; Lopes; Valadão, 2020; Gois; Giordan, 2007; Johnstone, 2000; Roque; Silva, 2008; Talanquer, 2010).

Neste sentido, pode-se afirmar que o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos da Química é profundamente dependente da apropriação desta linguagem e do entendimento de suas potencialidades e limitações (Araujo Neto; Lopes; Valadão, 2020; Driver *et al.*, 1999; Leal, 2010; Romanelli, 1996; Wartha; Rezende, 2017).

Dentro deste contexto, observa-se que o emprego cuidadoso de diversos modos de representação em Química, assim como o emprego de uma comunicação articulada, eventualmente com utilização de linguagem gestual, com a finalidade de se enfatizar ideias essenciais, atribuindo a estas certa correspondência e significado a tais ideias, podem colaborar consideravelmente para a aprendizagem significativa dos conhecimentos Químicos (Pereira; Mortimer; Moro, 2015).

Assim, fica evidente a necessidade de se conhecer as características do conhecimento químico e de seu ensino para que se possa realizar processos de ensino e aprendizagem com comunicação e mediação apropriadas, bem como, de se discutir com professores de Química em formação inicial tais questões (Araujo Neto; Lopes; Valadão, 2020; Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Gois; Giordan, 2007; Johnstone, 2000; Romanelli, 1996; Roque; Silva, 2008; Talanquer, 2010).

As novas gerações de estudantes nasceram inseridas em um ambiente consideravelmente tecnológico, e estão cada vez mais expostas e imersas nas diversas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) disponíveis. Esse fato, somado ao aumento da disponibilidade de ferramentas de visualização, até mesmo com realidade aumentada (RA), relacionadas a conceitos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, impacta sobremaneira nas práticas pedagógicas (Almeida; Borges; de Sá, 2021; Barreto; Ferreira; Santos, 2022; Locatelli *et al.*, 2018; Mazzuco *et al.*, 2021).

Para muitos docentes, o uso dessas novas ferramentas ainda é um grande desafio, e pensar em como inserir e adequar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas, com os devidos cuidados didáticos, tem sido um importante objeto de estudo e de discussões (Arroio; Ferreira, 2013; Barreto; Ferreira; Santos, 2022; Dionízio *et al.*, 2019; Leite, 2021; Sangiogo; Zanon, 2012; Silva; Arroio, 2021; Silva; Arroio, 2023).

É interessante que as práticas de ensino que utilizam amplamente ferramentas de representação e visualização estejam alinhadas com aspectos importantes da comunicação em sala de aula, e com o processo de elaboração conceitual dos estudantes em contato com esta linguagem, a fim de se otimizar os processos de ensino e aprendizagem e de se evitar, por exemplo, o desenvolvimento de concepções alternativas pelos estudantes (Araujo Neto; Lopes; Valadão, 2020; Driver *et al.*, 1999; Leal, 2010; Furió; Furió, 2000; Romanelli, 1996; Wartha; Rezende, 2017).

Concepções inadequadas e inseguranças em utilização de ferramentas de representação e visualização em Química, por professores de Química em formação, têm sido reportadas por alguns autores (Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Kavalek *et al.*, 2019; Melo; Lima Neto, 2013), o que traz um alerta sobre estas questões na formação inicial destes professores.

Atualmente, em termos de currículos de Cursos de Licenciatura em Química tem-se buscado soluções para muitos problemas, como, por exemplo, a separação de conteúdos “específicos” (relacionados aos conhecimentos químicos) e as disciplinas pedagógicas (relacionadas à metodologia de ensino, didática etc.) (Schnetzler, 2000 *apud* Rodrigues; da Silva; Quadros, 2011). Um exemplo disso é a denominada Prática como Componente Curricular, que possibilita uma melhor distribuição dos conhecimentos pedagógicos em cursos de Licenciatura e, também, maior aproximação entre estes e os conteúdos “específicos”, o que pode promover melhor articulação entre estes (Bego; Oliveira; Corrêa, 2017; Brasil, 2015a).

Em relação às áreas de estudo da Química, a Química Orgânica é uma área que, notadamente, faz amplo uso de uma diversidade de representações (modelos, imagens, projeções etc.) e demanda interpretação destas pelos estudantes (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020; Gibin; Ferreira, 2010; Roque; Silva, 2008).

Muitas investigações, que têm o ensino de Química Orgânica na universidade como interesse, têm relatado dificuldades de aprendizagem em disciplinas desta área,

o que leva, conseqüentemente, a graves deficiências conceituais, bem como elevadas taxas de reprovação nestas disciplinas (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020; Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Wartha; Rezende, 2015).

Apesar destas investigações se ocuparem de aspectos específicos, elas convergem e reconhecem que:

O estudo da Química Orgânica decorre da adoção de códigos muito próprios, portanto contemplam em sentido próprio a linguagem e seus desdobramentos. Diante desse cenário [...] visualizamos a necessidade de mais investigações na área do ensino de Química Orgânica, sobretudo no tocante à linguagem (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020, p. 391).

Ainda sobre a linguagem no ensino de Química Orgânica, estes autores destacam que:

É consenso entre os pesquisadores da área de Educação Química que estudar Química implica no domínio de uma linguagem específica [...] nesse sentido, a linguagem no ensino de Química assume papel central, uma vez que por meio da variedade de formas (imagens, gráficos, sinais, luzes, fala, escrita, gestos, ferramentas materiais, dentre outras) se estabelece a comunicação e a produção de sentidos (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020, p.391).

Diante disso, percebe-se que a ampliação do entendimento acerca do uso de ferramentas de representação e visualização no ensino de Química Orgânica, e, também, sobre as concepções dos estudantes acerca de conceitos essenciais destas disciplinas elaborados por intermediação com estas ferramentas, bem como sobre suas potencialidades, limitações e utilização no ensino, é bastante desejável, especialmente em cursos de formação inicial e continuada de professores de Química no século XXI.

## 2 LINGUAGEM E ENSINO DE QUÍMICA

*Entre o que eu penso, o que quero dizer, o que digo e o que você ouve, o que você quer ouvir e o que você acha que entendeu, há um abismo (Alejandro Jodorowsky)*

Vários símbolos e representações em química podem apresentar diferentes significados a depender do contexto em que se inserem e/ou em que são discutidos. Além disso, pode-se admitir uma multiplicidade de possibilidades de se transitar entre o sensorial e o representacional de acordo com os níveis de entendimento que se busca atingir num determinado contexto, bem como de se realizar articulação com aspectos matemáticos, conceituais, contextuais, históricos, interdisciplinares etc. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2010; Wartha; Rezende, 2015).

Estas considerações podem ser percebidas, entre outras (Wartha; Rezende, 2015), através de propostas como as de Talanquer (2010), que ampliam o entendimento sobre representações a partir dos aspectos pioneiros presentes no famoso triângulo de Johnstone, que propõe que o ensino de Química se fundamenta nas relações entre três níveis: *sensorial* (macroscópico), *molecular* (submicroscópico) e *representacional* (simbólico) (Wartha; Rezende, 2015), trazendo um novo olhar sobre as referidas possibilidades de transições e intersecções com certas abordagens e conhecimentos relacionados a determinado tema específico.

Entretanto, Wartha e Rezende (2015, p. 53), destacam que “a partir de 2010, começam a surgir alguns estudos na literatura questionando o modelo de Johnstone”, indicando “equivocos filosóficos associados à confusão entre os planos de argumentação, ou os três níveis de representação” neste modelo. Estes autores apresentam a visão de Labarca (2010) sobre essa questão. Segundo ele:

[...] planos diferentes não poderiam estar representados como vértices em um mesmo triângulo, ou seja, como planos equivalentes. Esse autor argumenta que deve haver distinção entre o que se relaciona ao sujeito (itens linguísticos e conceituais, como conceitos, leis e teorias) e aquilo que se relaciona ao objeto (itens ontológicos, tais como entes químicos e propriedades). No plano ontológico, pode haver níveis distintos, tanto o nível macroscópico como o nível submicroscópico; enquanto o plano linguístico e conceitual pode abranger leis, descrições, teorias; e, um terceiro plano, o matemático, corresponder às manipulações matemáticas de itens linguísticos. As ontologias não podem ser extraídas automaticamente de um texto, de uma figura ou de um diagrama, por exemplo, uma vez que a ontologia obedece a um determinado processo de construção envolvendo, por exemplo, o consenso de uma comunidade científica (Labarca, 2010 *apud* Wartha; Rezende, 2015, p. 53).

Estas considerações trazem novas percepções acerca dos processos de comunicação e representação no ensino e aprendizagem de química, destacando ainda mais a importância da mediação neste processo (Wartha; Rezende, 2015).

As interpretações e elaboração conceitual em Química, muitas vezes, requisitam habilidades visuoespaciais importantes (percepção espacial dos objetos representados), bem como habilidades de transcrição/tradução de uma linguagem representativa em outra, até mesmo utilizando-se de códigos de representações bidimensionais para objetos/entidades abstratas com características tridimensionais (Araujo Neto, 2009; Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020; Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Driver *et al.*, 1999; Johnstone, 2000; Kavalek *et al.*, 2019; Leal, 2010; Talanquer, 2010; Wartha, 2013; Wartha; Rezende, 2017).

Romanelli (1996), nos resultados de seus estudos acerca de situação envolvendo o papel mediador do professor no processo de ensino e aprendizagem no conceito de átomo, traz as seguintes considerações:

Nossos resultados apontam para a efêmera ou inexistente relação que os professores fizeram entre os conceitos de teoria, modelo e representação gráfica deste. Assim como são frágeis suas reflexões sobre o ensino desses aspectos, também não explicitaram elementos que anunciassem uma concepção sistematizada do processo de aprendizagem. Não há evidências de preocupações sobre como os alunos aprendem, ou especulações sobre o porquê do que foi aprendido. Não houve ocorrência, a não ser nas aulas do terceiro professor, de situações em que se buscassem argumentos sobre as concepções dos alunos, como se estas fossem completamente irrelevantes. Quando o professor admite tais espaços em seu trabalho, está dando um primeiro passo para a compreensão de que os processos de aprendizagem não são etapas desarticuladas na vida escolar do aluno, mas que podem ser explicadas à luz de teorias psicológicas. A partir de então, torna-se possível organizar ou estruturar o ensino de forma nem dogmática nem arbitrária. Assim, tanto se respeita a condição do aluno quanto a sistematização do conteúdo (Romanelli, 1996, p. 31).

Percebe-se, então, os cuidados necessários com a apresentação das representações, visualizações, modelos e da comunicação no ensino de Química, assim como de se realizarem discussões com os estudantes sobre esta linguagem peculiar (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020; Arroio; Vries; Ferreira, 2014).

Arroio e Ferreira (2013), levando em consideração a importância do contexto supramencionado, investigaram grupo de futuros professores de Química acerca de seus conhecimentos sobre como estes concebem essa linguagem e ferramentas associadas a esta, bem como sobre a percepção destes estudantes no que diz respeito a seu papel de elaboração conceitual em sala de aula. Os autores

observaram que estes estudantes apresentam conhecimento teórico escasso acerca destes temas, levantando preocupações sobre a utilização inadequada de visualizações na futura prática profissional destes estudantes.

Dentro destes aspectos, os autores (Arroio; Ferreira, 2013) destacam a importância e os cuidados relacionados à mediação da visualização:

De acordo com a teoria sociocultural de Vygotsky (1981), a visualização é, então, vista como uma ferramenta de mediação semiótica, em que sistemas de signos são constantemente utilizados para mediar processos sociais e o pensamento. Uma das contribuições mais arrojadas é que ele prevê que, no plano mental, existam construtos que exercem funções mediadoras das atividades, que ele chamou de ferramentas psicológicas (Vygotsky, 1981, p.134-143 *apud* Arroio; Ferreira, 2013, p.199).

Sangiogo e Zanon (2012), ao analisarem as interações entre professores de Ciências Biológicas e Química em formação inicial e continuada sobre limites e potencialidades na utilização de modelos e representações no ensino do conteúdo enzimas e catálise enzimática, também se apoiaram em Vigotski (2009) para pontuar que:

Os processos de apropriação e ressignificação dos conhecimentos escolares mediante representações de partículas submicroscópicas dependem da mobilização de saberes docentes específicos, que não negligenciem a visão dos sistemas conceituais complexos envolvidos nas compreensões. Reflexões sobre a especificidade de tais saberes remetem para a compreensão da complexidade das próprias teorias produzidas pelas ciências e dos processos da sua recontextualização pedagógica na esfera escolar. Quando tais processos não são adequados para orientar o pensamento na direção dos conhecimentos teórico-conceituais, acarretam incompreensões e/ou obstáculos à aprendizagem, a exemplo do realismo bachelardiano, no qual os modelos e as representações são tomados como objetos reais (Sangiogo; Zanon, 2012, p. 33).

Verifica-se, novamente, a presença e relevância das teorias de Vygotsky no contexto de visualização, significação e interação, que têm sido bastante exploradas na pesquisa em educação em Ciências no Brasil nas últimas décadas (Bonfim; Solino; Gehlen, 2019), bem como as de Bachelard. Evidencia-se, mais uma vez, a importância e o cuidado necessários durante as interações que envolvem a construção de significação a partir de símbolos, representações, modelos etc., uma vez que há a possibilidade de desenvolvimento de concepções alternativas pelos estudantes durante este processo.

É importante enfatizar, também, que tais concepções podem ocorrer devido à forma como alguns livros didáticos abordam determinadas representações, símbolos,

diagramas etc. (Rodrigues; da Silva; Quadros, 2011), o que reforça, ainda mais, a necessidade de mediação pelo docente e estímulo ao senso crítico e reflexivo dos estudantes.

Concepções inadequadas e cuidados com utilização de modelos, visualizações e representações, bem como identificação destas concepções por parte de professores em formação e por estudantes de ensino médio, também já foram reportados por diversos outros autores em vários contextos do ensino de Química (Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Kavalek *et al.*, 2019; Melo; Lima Neto, 2013).

Especialmente em cursos de formação inicial de professores de Química, questões sobre comunicação e linguagem precisam não somente ser apresentadas com cuidado aos estudantes, mas, também, terem a reflexão sobre seu uso estimulada, destacando que a escolha dos modos de representação pode ter influência direta na aprendizagem (Pereira; Mortimer; Moro, 2015).

Nota-se a importância de se discutir com estes estudantes as possibilidades e limitações das representações empregadas em Química, bem como suas finalidades. Ou seja, especialmente quando são tratadas questões abstratas em sala de aula, não raramente com utilização de modelos, a mediação docente torna-se ainda mais fundamental, e aspectos históricos e culturais dos sujeitos envolvidos podem influenciar decisivamente nas concepções desenvolvidas pelos estudantes durante sua aprendizagem (Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Romanelli, 1996; Sangiogo; Zanon, 2012).

Diante deste cenário, percebe-se que é de suma importância que professores de Química em formação e em exercício tenham ciência destas características do conhecimento químico, bem como interpretação criteriosa acerca da comunicação e visualizações no ensino de Química e sobre as características, potencialidades e limitações da utilização de ferramentas de visualização, modelos e representações (Johnstone, 2000; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Talanquer, 2010).

Esta constatação ilustra a relevância de se estabelecerem diálogos entre os docentes e os professores de Química em formação, durante as disciplinas específicas de Química, sobre aspectos didático-pedagógicos relacionados aos assuntos mais particulares de cada uma destas disciplinas (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Romanelli, 1996).

Rodrigues, da Silva e Quadros (2011), destacam em seu trabalho uma problematização e preocupação levantada por Schnetzler (2000 *apud* Rodrigues; da

Silva; Quadros, 2011) no tocante à “separação de conteúdos específicos e as disciplinas de cunho pedagógico” em cursos de Licenciatura em Química. Tal separação pode dificultar a aproximação e diálogo entre estes conhecimentos (pedagógicos e específicos) pelos estudantes destes cursos. Assim, os autores destacam a importância e a responsabilidade dos docentes em fomentarem tais discussões e aproximações junto a estes estudantes.

Sobre esta questão, Bego, Oliveira e Corrêa (2017) resgatam um histórico importante acerca dos Cursos de Licenciatura no Brasil, que permaneceram, com algumas exceções, com uma configuração popularizada como “3+1”, até o início do século XXI:

De acordo com essa configuração, as disciplinas de conteúdo específico, de responsabilidade dos institutos básicos, precediam as disciplinas de conteúdo pedagógico e articulavam-se muito pouco com essas, as quais, geralmente, ficavam a cargo apenas das faculdades ou centros de educação e, ainda, eram frequentemente ofertadas em momentos finais dos cursos, de modo pouco integrado com a formação teórica prévia (Bego; Oliveira; Corrêa, 2017).

Entretanto, observou-se que, especialmente devido ao surgimento das Resoluções CNE/CP 01 e 02 (Brasil, 2002, 2002b), do Conselho Nacional de Educação (CNE), que tratam de Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Formação de Professores da Educação Básica em Nível Superior, muitas Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras que ofereciam cursos de Licenciatura realizaram reestruturações de seus currículos de modo a atender tais resoluções (Bego; Oliveira; Corrêa, 2017). Estes autores destacam, ainda, a Resolução CNE/CP 2/2015, que ampliou a carga horária mínima dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, de 2.800 para 3.200 horas, das quais, 400 horas devem ser destinadas às chamadas PCC (Práticas como Componente Curricular), 400 horas ao ECS (Estágio Curricular Supervisionado), 2.200 horas para atividades formativas (de acordo com o projeto institucional de curso) e 200 horas a atividades teórico-práticas de aprofundamento em áreas específicas de interesse dos estudantes (Bego; Oliveira; Corrêa, 2017; Brasil, 2015a).

No tocante ao tema em discussão, é importante ressaltar que, de acordo com esta resolução, a PCC se manteve com 400 horas, e necessidade de ocorrer de forma distribuída ao longo de todo o curso (Bego; Oliveira; Corrêa, 2017).

O trabalho destes autores evidencia como a boa estruturação e desenvolvimento da PCC em cursos de Licenciatura pode possibilitar articulações extremamente positivas e desejáveis entre os conhecimentos supramencionados (pedagógicos e específicos). Ao analisarem estes aspectos no curso de Licenciatura em Química do Campus Catanduva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), estes autores verificaram que é possível fomentar o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, que favorecem o aprimoramento de diversas competências associadas à formação docente, ao uso da língua portuguesa, das tecnologias de comunicação e da capacidade comunicativa oral e escrita (Bego; Oliveira; Corrêa, 2017).

Resultados como estes ilustram como a PCC se mostrou um instrumento poderoso para otimização do processo de ensino e aprendizagem de Química nestes cursos, permitindo, por exemplo, o diálogo sobre características da linguagem química e do ensino de Química em disciplinas específicas de Química durante o curso. Entretanto, é importante destacar que, apesar dos avanços acima mencionados, a Resolução CNE/CP 04 de 2024 (Brasil, 2024) trouxe novas diretrizes que, entre outras adequações, suprimiram as PCC dos currículos nacionais dos Cursos Licenciatura.

Estes movimentos de reestruturação e desenvolvimento curricular, somados às novas possibilidades de ensino e aprendizagem de química do século XXI, tanto com relação às mudanças do perfil de estudante, que já nasce em uma era digital, como às ferramentas tecnológicas de visualização e ensino, proporcionadas pelas tecnologias digitais, reforçam a necessidade cada vez maior de uma postura mediadora bastante cuidadosa do docente.

No ensino de Química Orgânica é bastante presente a utilização de representações e, muitas vezes, utilização de uma ou mais ferramentas de visualização, desejando-se que os estudantes elaborem conceitos e realizem interpretações alinhadas aos conhecimentos químicos vigentes e em transformação (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020; Gibin; Ferreira, 2010; Roque; Silva, 2008).

Estas disciplinas apresentam linguagem muito própria, demandando necessidade de mais investigações acerca de seu ensino, especialmente no que se relaciona à linguagem, entendida como “um sistema social e histórico para representar o mundo” (Araujo Neto; Valadão; Lopes, 2020).

Nota-se, ainda, que, com relação às disciplinas de Química Orgânica, além de todas as dificuldades, cuidados e desafios de ensino e aprendizagem

supramencionados, parece haver uma série de conceitos básicos entendidos como essenciais para o melhor aproveitamento destas disciplinas, tais como ligações químicas de forma geral e, em especial, no tocante às estruturas de Lewis, e interações intermoleculares (Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Rodrigues; da Silva; Quadros, 2011).

Todavia, muitos estudantes de Cursos de Licenciatura em Química, e/ou em áreas correlatas, como Biologia, apresentam dificuldades na compreensão de tais conceitos, mesmo ao final destas disciplinas (Rodrigues; da Silva; Quadros, 2011). Segundo Corrêa (2015, p.116), “o perfil dos ingressos nestes cursos parece ser semelhante em diversas instituições”. Esta autora verificou que “dificuldades conceituais estão levando estes cursos a se readaptarem a esse novo perfil de ingressante” (Corrêa, 2015, p.116). A Química está vinculada a uma linguagem bastante peculiar e criteriosa, e a Química Orgânica faz amplo uso de uma grande variedade de símbolos, modelos e representações diversas e específicas. (Araujo Neto; Lopes; Valadão, 2020; Gois; Giordan, 2007; Johnstone, 2000; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Rodrigues; Silva; Quadros, 2011; Roque; Silva, 2008; Talanquer, 2010).

Neste sentido, fica evidente que a aprendizagem em Química Orgânica é inerente ao domínio básico desta linguagem, bem como de alguns conceitos básicos (Driver *et al.*, 1999; Leal, 2010; Rodrigues; Silva; Quadros, 2011; Romanelli, 1996; Wartha; Rezende, 2015; Wartha; Rezende, 2017). Consequentemente, destaca-se, novamente, como de fundamental importância o diálogo acerca da linguagem, características do conhecimento de Química Orgânica e seu ensino, entre docentes e professores de Química em formação inicial em Cursos de Licenciatura em Química (Arroio; Ferreira, 2013; Arroio; Vries; Ferreira, 2014; Bego; Oliveira; Corrêa, 2016; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Rodrigues; Silva; Quadros, 2011; Romanelli, 1996; Sangiogo; Zanon, 2012; Vasconcelos; Arroio, 2013).

Questões envolvendo linguagem e comunicação no ensino e aprendizagem de Química dialogam com diversas outras áreas do conhecimento, como matemática, filosofia, linguística, artes, psicologia, entre outras, e têm ganhado especial atenção nos últimos anos (Araujo Neto; Lopes; Valadão, 2020; Gois; Giordan, 2007; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Rodrigues; Silva; Quadros, 2011; Wartha; Rezende, 2015).

Cabe ressaltar que os avanços tecnológicos e o grande aumento da utilização das tecnologias de informação e comunicação (TDIC) no ensino de química, especialmente devido ao distanciamento físico imposto pela pandemia do

coronavírus, potencializaram a necessidade de discussão sobre a utilização de representações neste contexto, tanto acerca das visualizações estáticas, como das dinâmicas.

Assim, a necessidade de se compreender melhor sobre a utilização das interfaces representacionais na prática docente ficou ainda mais evidente, uma vez que, devido às práticas de ensino e aprendizagem ocorrerem remotamente neste período, houve uma intensificação, e praticamente obrigatoriedade, da utilização de TDIC no ensino de Química, revelando problemas na formação de professores, bem como, desafios e potencialidades da utilização de recursos visuais em práticas remotas, através da mediação via tecnologias (Costa; Oliveira; Malcher, 2022; Fagundes *et al.*, 2021; Ribeiro; Cândido, 2021; Souza *et al.*, 2021).

Desta forma, entende-se que investigações destas questões, em seus múltiplos olhares possíveis, estão distantes de se esgotar, e possibilitam contribuições significativas para a otimização do ensino e aprendizado em Química, assim como para a formação de professores de Química mais críticos e conscientes acerca de suas práticas, especialmente no que se refere às possibilidades, cuidados e limitações da comunicação e linguagens utilizadas no ensino desta ciência e à construção de significados (Bego; Oliveira; Corrêa, 2016; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Rodrigues; Silva; Quadros, 2011; Vasconcelos; Arroio, 2013; Wartha; Rezende, 2015).

Diante do exposto, ficam evidenciados alguns desafios a serem superados no Ensino de Química em cursos de formação de professores de Química, especialmente em disciplinas que envolvem amplo uso de símbolos, gráficos, visualizações etc., como as de Química Orgânica, tanto no aspecto de construção e apropriação de significados pelos estudantes, possibilitando a estes um melhor aproveitamento destas disciplinas, como no que diz respeito aos cuidados pedagógicos que estes devem desenvolver, especialmente no tocante à linguagem química. Fica evidente, também, a complexidade envolvida nos processos de construção de significados pelos indivíduos durante o ensino e aprendizagem de Química, e a urgência de aprofundamento de discussões sobre características do conhecimento químico e seu ensino.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, é feita uma apresentação geral da perspectiva sociocultural, que postula, resumidamente, que o desenvolvimento (cognitivo) humano se dá por meio das interações sociais e com as ferramentas culturais. Os principais teóricos que apoiaram as análises e discussões deste trabalho, dentro dessa perspectiva, tais como Vygotsky e Wertsch, são apresentados.

#### 3.1 Revisitando concepções sobre o *conhecer* humano

Inicialmente, são apresentados, aqui, alguns aspectos relacionados à compreensão do que seria o “*conhecer*” humano. Há uma visão em que a compreensão do “conhecer humano” se trata de um processo que se relaciona a três elementos: um *objeto* que será conhecido, um *elemento mediador* e o *sujeito* que irá conhecer aquele *objeto*. Em certo ponto de vista, o *sujeito* só pode conhecer aquele *objeto* através de um *elemento mediador* (Mortimer; Smolka, 2001).

Em uma linguagem mais usual, *conhecer* seria:

(...) simplesmente incorporar as propriedades dos objetos, diretamente acessíveis à percepção sensível, reconstituídas internamente numa mesma espécie de cópia fiel do real que é a “imagem” mental. Conhecer o real é percebê-lo tal como se apresenta à experiência sensível (Mortimer; Smolka, 2001, p. 23).

Todavia, levando em consideração um olhar *piagetiano*,

(...) incorporar as propriedades dos objetos não basta para caracterizar o *conhecer* humano, uma vez que estes são um “instantâneo” em meio a um sistema de transformações que constitui o real. Conhecer implica captar tais transformações, o que somente seria possível através de uma reconstrução mental, implicando, portanto, a *função semiótica*, ou seja, a presença do elemento mediador (Mortimer; Smolka, 2001).

Assim, é necessário ir além do “sentido comum” sobre este assunto para compreender mais adequadamente essas questões. Pontua-se, também, que tendo em vista que o ser humano é, ao mesmo tempo, um ser *biológico* e *cultural* (Mortimer, Smolka, 2001), diferentes compreensões acerca do *conhecer* humano, muitas vezes antagônicas, poderiam ser elencadas e discutidas.

Neste trabalho, adotou-se uma perspectiva histórico-cultural, e, portanto, focou-se nessa perspectiva, que tem como seu principal representante Lev Vygotsky.

As bases de Vygotsky são fundadas no materialismo histórico e dialético, assim, a corrente histórico-cultural assume que:

“o conhecimento é uma produção social que emerge da atividade humana (trabalho social, nos termos de Marx e Engel), a qual, em contraposição à atividade própria do mundo animal, caracteriza-se por ser social, instrumental e transformadora do real (Mortimer; Smolka, 2001, p. 38).

Sobre a caracterização do ser humano como *ser social*, é importante destacar que isso não se limita a um entendimento que envolve “ações de diferentes indivíduos”, mas de um elenco de características, tais como:

(i) *planejamento* em função de objetivos específicos; (ii) a *divisão* e organização em ações e operações (Leontiev, 1978) realizadas por diferentes agentes sociais; (iii) a *socialização* dos instrumentos e dos produtos da atividade, ou seja, a acumulação da experiência de produção e a possibilidade de acesso dos outros aos bens produzidos (Mortimer; Smolka, 2001, p. 38).

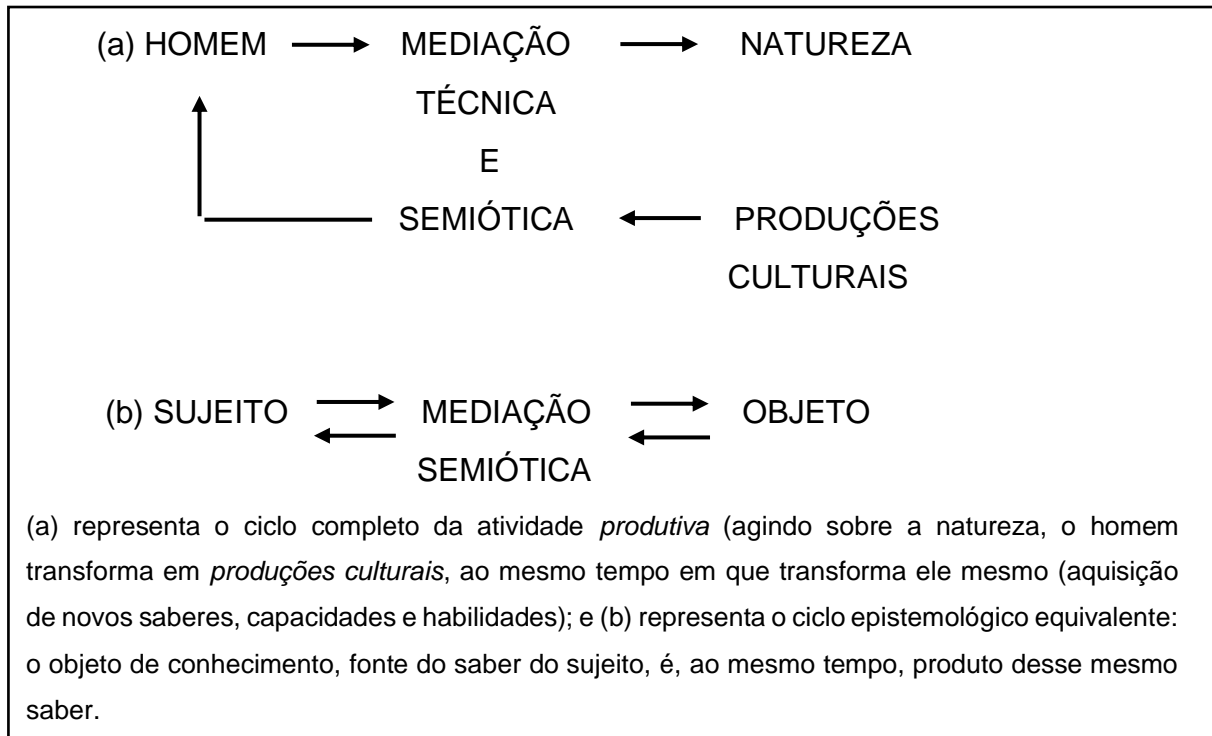
A atividade humana ser caracterizada como *instrumental* quer dizer “que a atividade está subordinada à criação dos meios adequados para realizá-la ou ao uso dos já existentes” (Mortimer; Smolka, 2001, p. 38).

O homem é capaz de criar meios *técnicos*, que possibilitam ações sobre a natureza, e *semióticos*, que possibilitam ações sobre outros homens e sobre si mesmo. Compreende-se a *semiótica*, basicamente, como um *sistema de signos*, sendo a *instrumentalidade semiótica* uma base fundamental de Vygotsky para a teoria da atividade. Dentre os aspectos comuns entre os meios técnicos e semióticos, Vygotsky destaca a sua função mediadora (Mortimer; Smolka, 2001).

Neste contexto, um instrumento técnico pode ser compreendido, também, como um instrumento semiótico, uma vez que carrega as bases que orientaram sua produção, e que o definem. Assim, um instrumento técnico pode ser compreendido, também, como um *signo*, uma vez que possibilita, na mente de quem faz sua utilização, “a ação e a finalidade” para que foi produzido. “Essa dimensão semiótica permite a socialização do seu uso, *fazer técnico*, e faz dele um objeto e conhecimento, *saber técnico*” (Mortimer; Smolka, 2001, p. 39).

Essa essência instrumental tanto técnica como semiótica da atividade, possibilita compreender a ação humana como sendo *produtora*, capaz de transformar, simultaneamente, “o objeto e o sujeito da atividade” (Mortimer; Smolka, 2001, p. 39). Tal aspecto encontra-se ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama da atividade humana e da relação epistemológica correspondente



Fonte (incluindo a legenda): Extraído de Mortimer e Smolka, 2001, p. 39.

O diagrama apresentado na Figura 1 sugere um movimento dialético, uma vez que “os termos que compõem cada uma das duplas (homem <> natureza e sujeito <> objeto), ao mesmo tempo que se opõem e se negam, constituem-se mutuamente, pela mediação instrumental/semiótica” (Mortimer; Smolka, 2001, p. 40).

O conhecimento, neste cenário, é compreendido como uma relação dialética, que ocorre por meio de mediação semiótica entre aqueles termos (sujeito e objeto), o que indica uma equiparidade entre mediação semiótica e mediação social (Mortimer; Smolka, 2001).

A partir do exposto, cita-se o entendimento sobre o *conhecer*, na perspectiva de Vygotsky, como implicando “a *conversão* dos saberes historicamente produzidos pelos homens em saberes do indivíduo” (Mortimer; Smolka, 2001, p. 40). Para Vygotsky, “o desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural” (Moreira, 2023, p. 87). Sobre isso, encontra-se em Mortimer e Smolka (2001) as seguintes relevantes considerações:

Como ocorre com todas as *funções psicológicas superiores*, funções de natureza cultural, a constituição no indivíduo da função de conhecer ou, em

outros termos, a constituição do sujeito conhecedor só ocorre pela progressiva participação do indivíduo nas práticas cognitivas da sociedade. É lá que ele transforma em seus não só os saberes historicamente produzidos pelos homens (os objetos de conhecimento) como os modos de saber e de pensar (sistemas lógicos). Contrariamente ao que pensava Piaget, a *lógica* das ações só está nas *ações* porque o mundo dos objetos, no qual a criança está inserida desde o nascimento, é um mundo produzido e organizado pelos homens segundo determinados princípios lógicos, princípios que a criança descobre convivendo e relacionando-se com eles. Não é na mera manipulação de objetos que a criança vai descobrir a lógica dos conjuntos, das seriações e das classificações; mas é na convivência com os homens que ela descobrirá a razão que os levou a conceber e organizar dessa maneira as coisas. Evidentemente, nesse processo de apropriação cultural o papel mediador da linguagem (a fala e outros sistemas semióticos) é essencial (Mortimer; Smolka, 2001, p. 40-41).

Uma das consequências das considerações feitas sobre a atividade humana, como a capacidade de “produzir e reapropriar-se do produto da própria atividade” (Mortimer; Smolka, 2001, p. 41), coloca a humanidade, além do patamar da ordem *biológica*, em um patamar superior: o da ordem *cultural*, o qual a confere uma excepcional forma de existência, a *simbólica* (Mortimer; Smolka, 2001).

Assim, para essa tese, considerou-se, o seguinte pressuposto filosófico, descrito por Mortimer e Smolka (2011):

O mundo real, ou *em si*, é inacessível à razão humana, como já fora percebido, desde a Antiguidade, por numerosos filósofos. Ele só pode ser conhecido como mundo para si, ou seja, como objeto da representação que dele se faz. (...) o conhecimento do indivíduo é, primeiramente, conhecimento dos outros. O mundo significa para o indivíduo porque, primeiramente, significou para outros. Com isso, na perspectiva histórico-cultural, afirma-se que o conhecer é um processo social e histórico, não um fenômeno individual e natural. (Mortimer; Smolka, 2001, p. 41-42).

Nas bases de sua teoria, Vygotsky apresenta a ideia de que os chamados *processos mentais superiores* (pensamento, linguagem, comportamento intencional) dos indivíduos são originados socialmente. Estes processos apenas podem ser entendidos com a compreensão dos instrumentos e signos que os mediam. Para Vygotsky, ainda, o “desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais” (Moreira, 2023, p. 87-88). Afirmação a seguir proporciona uma boa sumarização acerca destas concepções: “não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar: é por meio da socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores” (Driscoll, 1995, p. 229 *apud* Moreira, 2023, p. 88).

Nesta base teórica, as relações sociais se convertem em funções psicológicas no indivíduo através da *mediação*. É por meio da *mediação* que ocorre a

*internalização*, isto é, algo como uma interiorização de uma operação externa, “de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais” (Moreira, 2023, p. 88).

Isso significa que:

A conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta: é mediada. E essa mediação inclui o uso de *instrumentos* e *signos*. Um *instrumento* é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um *signo* é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos:

1. Indicadores, que são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (por exemplo, fumaça indica fogo, porque é causada por fogo);
2. Icônicos, que são imagens ou desenhos daquilo que significam;
3. Simbólicos, que são os que têm uma relação abstrata com o que significam. As palavras, por exemplo, são signos linguísticos; os números são signos matemáticos; a linguagem – falada e escrita – e a Matemática são sistemas de signos (Moreira, 2023, p. 88).

Desta forma, “para Vygotsky, é pela interiorização de instrumentos e sistemas de signos produzidos culturalmente que se dá o desenvolvimento cognitivo” (Vygotsky, 1988 *apud* Moreira, 2023, p. 89). Moreira (2023) sintetiza, no trecho a seguir, de forma bastante esclarecedora, os principais aspectos que foram mencionados até aqui:

Instrumentos e signos são construções sócio-históricas e culturais; por meio da apropriação (internalização) destas construções, via interação social, o sujeito se desenvolve cognitivamente. Quanto mais o indivíduo vai utilizando signos, tanto mais vão se modificando fundamentalmente as operações psicológicas das quais é capaz. Da mesma forma, quanto mais instrumentos vai aprendendo a usar, tanto mais se amplia, de modo quase ilimitado, a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções psicológicas. O desenvolvimento das funções mentais superiores passa, então, necessariamente por uma fase externa, uma vez que cada uma delas é, antes, uma função social. Isso significa que às funções mentais superiores aplicar-se-ia a Lei da Dupla Formação, de Vygotsky: no desenvolvimento cultural da criança, toda função aparece duas vezes – primeiro, em nível social; depois, em nível individual; primeiro, entre pessoas (interpessoal, interpsicológica); depois, se dá no interior da própria criança (intrapessoal, intrapsicológica). Todas as funções mentais superiores se originam como relações entre seres humanos (Rivière, 1987 *apud* Moreira, 2023, p. 89).

Nesse contexto, “signo é alguma coisa que significa outra coisa” (Moreira, 2023, p. 90). Palavras e gestos são exemplos de signos, e seus significados são socialmente construídos. Considerando-se esse aspecto, os significados dos signos dependem do contexto, podendo assumir diferentes (ou nenhuma) referências em diferentes situações, locais, culturas etc. (Moreira, 2023; Peirce, 2005).

Numa mesma cultura ou em uma mesma língua, muitas vezes, certos signos podem não apresentar significado ou nem mesmo ser compreendidos como signos

por alguns sujeitos que nunca captaram seus significados em interações sociais (Moreira, 2023). “A internalização de signos (reconstrução interna) é fundamental para o desenvolvimento humano” (Moreira, 2023, p.90).

Os signos mediam a relação da pessoa com as outras e consigo mesma. A consciência humana, em seu sentido mais pleno, é precisamente “contato social consigo mesmo”, e, por isso, tem uma estrutura semiótica, está constituída por signos; tem, literalmente, uma origem cultural e, ao mesmo tempo, uma função instrumental de adaptação. É por isso que Vygotsky diz que “a análise dos signos é o único método adequado para investigar a consciência humana” (Rivière, 1987, p. 93 *apud* Moreira, 2023, p. 90).

É por meio da interação social que os indivíduos podem captar os significados (internalizar) e verificar se estes significados são socialmente compartilhados para um determinado signo (Moreira, 2023; Peirce, 2005).

Um outro ponto de extrema relevância sobre a obra de Vygotsky é a importância que ele atribui à *linguagem*, considerada por ele como “o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo da criança, pois a liberta dos vínculos contextuais imediatos” (Moreira, 2023, p. 91).

A inteligência prática está relacionada ao uso de instrumentos (orientados externamente), e a inteligência abstrata se relaciona à utilização de signos e sistemas de signos (orientados internamente). Entre estes, “a linguagem é o mais importante para o desenvolvimento cognitivo humano. Embora a inteligência prática e a fala se desenvolvam separadamente nas primeiras fases da vida da criança, elas convergem” (Moreira, 2023, p. 91). Sobre essa consideração:

Embora a inteligência prática e o uso de signos possam operar independentemente em crianças pequenas, a unidade dialética desses sistemas no adulto humano constitui a verdadeira essência no comportamento humano complexo (Vygotsky, 1988, p.26 *apud* Moreira, 2023, p. 92).

Um último ponto que se deseja revisitar aqui é sobre a *zona de desenvolvimento proximal*, que pode ser entendida como

a distância entre o nível de desenvolvimento real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido por meio da solução de problemas sob orientação ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1988, p. 97 *apud* Moreira, 2023, p. 93).

Trata-se de um aspecto que delimita o nível de desenvolvimento de um indivíduo e o desenvolvimento em potencial ao qual ele se aproxima. Pode ser entendida como uma medida do potencial de aprendizagem e é dentro de seus limites que ocorre o desenvolvimento cognitivo, além de ser, evidentemente, uma “região” em constante mudança (Moreira, 2023). Simplificadamente, pode-se compreender como sendo algo que permite identificar onde um indivíduo se insere em termos de desenvolvimento cognitivo, de certo modo mais autônomo, e para onde pode imediatamente se desenvolver (*proximal* remete a *que está próximo*) com o auxílio de um indivíduo mais experiente, modificando, conseqüentemente, suas delimitações no decorrer desta colaboração. Portanto, as interações sociais que provocam a aprendizagem devem ocorrer dentro desta zona (Moreira, 2023).

Foram apresentados, até aqui, alguns dos principais pontos-chaves para entender as ideias centrais que fundamentam a teoria histórico-cultural vygotskiana e que compõem as bases da pesquisa sociocultural. É interessante mencionar, também, que outros importantes nomes fundamentam e se relacionam a estas bases, como, por exemplo, Leont’ev e Luria (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998). Entretanto, não faz parte do propósito deste trabalho realizar esses aprofundamentos neste texto, mas, sim, oferecer uma visão mais objetiva acerca das bases que o nortearam.

A seguir, traz-se algumas considerações sobre os termos *ação* e *mediação*, empregados neste texto sob a perspectiva mencionada. Julga-se que essas considerações são bastante desejáveis para uma melhor compreensão do subcapítulo seguinte (Teoria da Ação Mediada), bem como de algumas das discussões posteriores, uma vez que trata de uma das teorias centrais que ajudaram a fundamentar as análises deste trabalho.

### **3.2 Ação e mediação: considerações gerais**

Tendo em vista as perspectivas adotadas nesta pesquisa, faz-se importante destacar que “o objetivo de uma abordagem sociocultural é explicar as relações entre a ação humana, por um lado, e as situações históricas, institucionais e culturais nas quais essa ação ocorre, por outro” (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p.19). Uma vez que “existem muitas explicações da ação as quais podem ser utilizadas para formular uma abordagem sociocultural vygotskiana”, traz-se a seguir uma das mais comuns,

derivadas de trabalhos de Leont'ev, podendo ser denominada como *ação teleológica* (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998):

Desde Aristóteles, o conceito de ação teleológica tem sido o centro da teoria filosófica da ação. O ator chega ao fim ou leva à ocorrência de um estado desejado através da escolha de meios que têm promessa de serem bem-sucedidos na situação apresentada e de aplicá-los de maneira apropriada. O conceito-chave é o da decisão entre sequência de ações alternativas, com vista à realização de uma meta, guiado por máximas, e baseado na interpretação da situação (Habermas, 1984, p. 85 *apud* Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 21).

Buscando maior abrangência sobre várias formas de ação que são presentes em muitas análises socioculturais, alguns autores procuraram adotar uma formulação sobre a “ação simbólica” como a de Burke (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998). Esta é uma interessante leitura acerca da ação, especialmente para este trabalho, que tem como contexto o ensino e a aprendizagem, e considera que a ação humana engloba cinco termos: *ato, cena, agente, instrumento e propósito* (classificado como *o quinteto dramático*) (Wertsch, Del Rio, Alvarez, 1998).

Na concepção de Burke, “ação’ é um termo que se refere ao tipo de comportamento possível para um animal tipicamente usuário de símbolos (como homem), ao contrário das operações de natureza extra simbólica ou não simbólica” (Gusfield, 1989, p.53 *apud* Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 21-22).

Para aquele autor,

“(...) para haver um ato, deve haver um agente. Paralelamente, deve haver uma cena na qual o agente age. Para agir em uma cena, o agente deve empregar alguns meios, ou instrumentos, e pode ser chamado de um ato no sentido amplo do termo somente se envolver um propósito” (Burke, 1969, p. 445 *apud* Wertsch, Del Rio, Alvarez, 1998, p. 22).

Em interpretação de trabalhos de alguns autores que se pautam nestas bases, Wertsch, Del Rio e Alvarez (1998) verificam (sobre estudos socioculturais da ação) que

uma consequência desses estudos é que a socialização é, em grande parte, uma questão de dominar formas de ação direcionado a um objetivo tidas como apropriadas num contexto sociocultural para uma tarefa e ensinadas de uma maneira ou de outra por seus membros experientes. Nessa formulação, o estudante ou o aprendiz é convidado a participar ativamente (...) (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 23).

Wertsch, Del Rio e Alvarez (1998) deixam clara a visão de que ambas as abordagens mencionadas acima são relevantes para as análises socioculturais na perspectiva da ação:

(...) não gostaríamos de negar a importância, ou mesmo a centralidade, da ação teleológica e racional ao formular uma explicação da ação humana. Porém (...) gostaríamos de salientar que essa é só uma parte da história. Na constituição do sujeito e de processos mentais, devemos considerar, eventualmente, as muitas outras formas de ação sugeridas pela análise dramatística de Burke. (...) Enquanto sugerimos a necessidade de ir além da noção de Leont'ev sobre a ação teleológica em análises socioculturais, continuamos a ver outros aspectos de sua estrutura teórica global como importantes (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 24).

Compactua-se, aqui, com estes autores no sentido de entender “a abordagem dramática mais global de Burke como fornecendo uma preferência útil” para se considerar um “leque de questões” da esfera da pesquisa sociocultural no que se refere à ação (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 25). Sua organização é útil para a aplicação neste tipo de pesquisa, também, pela relação com os conceitos de *mediação*, *recursos mediacionais* e *ação mediada* (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998).

Neste cenário, a *mediação* é o elemento central para compreender a ação humana, bem como sua natureza. A partir das ideias de Vygotsky e Leont'ev, pode-se afirmar que, atualmente, as compreensões acerca dos *meios mediacionais* e da *ação mediada* ascendem como fundamentais para a proposição da pesquisa sociocultural (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998).

Na perspectiva adotada aqui, não se pode analisar isoladamente as *ferramentas culturais* em uma investigação sobre mediação e ação mediada, uma vez que essas ferramentas somente têm impacto quando usadas pelos indivíduos. É mais adequada, portanto, a realização de uma análise sobre o conjunto: indivíduo e o uso que ele faz das ferramentas culturais para compor o processo de mediação, caracterizando a finalidade do uso dessas ferramentas (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998).

Uma nova ferramenta cultural “nos liberta de limitações anteriores, porém, introduz suas próprias limitações” (p. 29). Além disso, em muitos casos

as ferramentas culturais foram selecionadas, ou até mesmo impostas, por outras forças socioculturais, e quaisquer benefícios que elas porventura originaram para a participação orientada ou para a apropriação participatória foram mais ou menos acidentais ou não previstos (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 32)

Isso ilustra um ponto de vista bastante peculiar sobre as ferramentas culturais, e que tem implicações relevantes no contexto desta pesquisa:

(a) a grande parte das ferramentas culturais que mediam a ação humana não se desenvolveu para muitos dos propósitos que elas vieram desafiar, e (b): em muitos casos as ferramentas culturais que utilizamos são tomadas de contextos bem distintos. De um modo, então, muitas vezes utilizamos as ferramentas de maneira errada, e isso pode ter a consequência de nossa ação ser moldada de formas que não sejam úteis ou até mesmo sejam antíteses a nossas intenções e afirmações expressas quanto à elaboração das ferramentas que empregamos (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 33)

Estas considerações se relacionam com uma das propriedades, chamada de *spin-off* (Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019), do que tem sido denominado de *ação mediada*, que apresentamos no subcapítulo seguinte, procurando destacar suas bases e sua relação com o contexto deste trabalho.

### 3.3 A Ação Mediada na perspectiva de Wertsch

Em suas considerações sobre a possibilidade de antinomia indivíduo-sociedade no contexto de pesquisas socioculturais, Wertsch observa que

(...) a ação não é conduzida nem pelo indivíduo nem pela sociedade, embora haja indivíduos e momentos sociais para qualquer ação. Pelas mesmas razões um relato da ação não pode se originar do estudo do funcionamento mental ou do contexto sociocultural em isolado. Em vez disso, a ação fornece um contexto dentro do qual o indivíduo e a sociedade (bem como o funcionamento mental e o contexto sociocultural) são entendidos como momentos interrelacionados (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 60)

Para Wertsch, “adotar a ação humana como a unidade de análise para a pesquisa sociocultural significa que ela serve como o objeto fundamental para ser descrito e interpretado” (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 60). Wertsch elenca autores cujos trabalhos são apontados por ele como importantes referências sobre a ação na pesquisa sociocultural. Entre eles, encontram-se autores russos e soviéticos, como Bakhtin, Vygotsky e Leont’ev, e ocidentais, como Bordieu, Burke, Certeau, Dewey, Habermas MacIntyre e Mead.

Compreendeu-se ser interessante citar este elenco de autores para explicitar as bases de Wertsch, pontuando como principais influências Vygotsky, Burke e Bakhtin (Pereira; Ostermann, 2012). Entretanto, este trabalho limitou-se a apresentar

aspectos centrais da denominada *teoria da ação mediada* na perspectiva histórico-cultural, e procurou-se trazer um enfoque nas possibilidades de sua aplicação na pesquisa em ensino de química.

Wertsch, com base nas ideias de Vygotsky sobre as *ferramentas psicológicas* ou *meios mediacionais* no estudo da *ação*, afirma que a análise da ação “deve estar baseada diretamente na **tensão irreduzível** entre os meios mediacionais e o indivíduo que os utiliza” (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 62, grifo nosso). Este tipo de ação abordada por Vygotsky tem sido nomeado como *ação mediada*, que se configura por envolver justamente a chamada *tensão irreduzível* entre meios mediacionais e os indivíduos que os utilizam (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998). Este termo indica que, em uma ação, o indivíduo e os meios mediacionais que aquele faz uso devem ser estudados em uníssono: “em vez de presumir que os indivíduos, ao agirem sozinhos, são os agentes das ações, a designação apropriada de agente é ‘**indivíduo-que-opera-com-meios-mediacionais**’” (Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998, p. 62, grifo nosso).

Para ilustrar a ideia de *tensão irreduzível*, Pereira e Ostermann (2012) supõem uma situação em que é solicitada a um estudante, durante o ensino de Matemática, a realização da multiplicação de 484 por 22. Para chegar ao resultado de 10.648, o estudante explica que utilizou o arranjo:

$$\begin{array}{r} 484 \\ \times 22 \\ \hline 968 \\ + 968 \\ \hline 10648 \end{array}$$

Nesta situação, se o estudante tivesse que realizar a multiplicação sem utilizar esta organização espacial (sintaxe) dos números, a operação em questão seria bem mais difícil, tornando-se, inclusive, impossível a depender dos números envolvidos. Assim, esta organização espacial é parte fundamental de uma ferramenta cultural que possibilita resolver o problema e, portanto, realiza parte do pensamento (Wertsch, 1998 *apud* Pereira; Ostermann, 2012).

Dentro desta perspectiva, os agentes e as ferramentas culturais são compreendidas, na ação, de forma uníssona: “qualquer forma de ação resulta muito difícil, senão impossível, de se realizar se nela não estiver envolvida uma poderosa

ferramenta cultural e um usuário habilidoso no seu manuseio. A natureza da ferramenta cultural e o uso específico que os agentes fazem dela podem variar consideravelmente. Ainda assim, ambas as partes são necessárias para a compreensão da ação humana” (Pereira; Ostermann, 2012, p. 27).

Uma propriedade dos *indivíduos-agindo-com-meios-mediacionais*, também destacada na perspectiva de Wertsch (1998, 1991 *apud* Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019) se relaciona ao conceito de *affordance*. Este conceito, que Oliveira, de Sá e Mortimer (2019) trazem como sinônimo de *potencialidades e limites*, foi cunhado por “Gibson (1986) para designar as propriedades ambientais disponíveis a certo indivíduo ou espécie animal, que permitem ou restringem a sua ação” (Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019, p. 253). Estes autores complementam que, “para Wertsch (1998), os indivíduos podem reconhecer e apropriar-se das *affordances* inerentes aos meios mediacionais, mas também podem limitar sua ação tendo em vista o modo de uso desses mesmos meios” (Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019, p. 253).

Pereira e Ostermann (2012) resumizam cinco formulações básicas que se relacionam às características das ferramentas culturais a partir de uma análise das propriedades da ação mediada por Wertsch (1998 *apud* Pereira; Ostermann, 2012):

- A primeira formulação considera que as ferramentas culturais são materiais e, portanto, podem causar modificações nos agentes;
- A segunda, diz que as ferramentas culturais restringem ao mesmo tempo em que possibilitam a ação. Resumidamente, “mesmo quando uma ferramenta cultural liberta os agentes de algumas limitações prévias, ela introduz outras novas que lhe são próprias. Essas novas restrições geralmente são reconhecidas em retrospecto” (p. 30)
- A terceira formulação presume que novas ferramentas culturais transformam a ação mediada;
- Como quarta formulação, estes autores mencionam que as ferramentas culturais, frequentemente, não são produzidas para a facilitação da ação, no sentido de pontuar que, muitas vezes, os meios mediacionais que notamos para uma dada ação não foram projetados para tal ação, mas ocuparam esse lugar como uma espécie de “efeito colateral”;
- Como quinta formulação, considera-se que as ferramentas culturais estão associadas ao poder e à autoridade, tal como a linguagem (Pereira; Ostermann, 2012)

Na abordagem em questão,

(...) para compreender as formas de ação que um indivíduo pode realizar, é necessário examinar a história de encontros reais desse indivíduo com ferramentas culturais materiais. A análise desses encontros na ontogênese é, com frequência, formulada em termos da noção de “internalização” (Pereira; Ostermann, 2012, p. 32).

Sobre esse aspecto, Wertsch (1998 *apud* Pereira; Ostermann, 2012) sugere uma compreensão para o termo *internalização*, quando relacionado à ação mediada, tendo em vista algumas de suas limitações neste contexto. Dois termos são introduzidos por este autor para tratar em uma nova abordagem a questão da internalização, são eles: *domínio* e *apropriação*.

Sumariamente, a “noção de *domínio* faz referência ao saber como utilizar uma ferramenta cultural com facilidade”, já a de *apropriação* “refere-se ao processo pelo qual os agentes tomam algo emprestado de outros e o tornam próprio” (Pereira; Ostermann, 2012, p. 32).

Pereira e Osterman (2012) enfatizam que a *apropriação* para Wertsch é um termo decorrente de textos de Bakhtin, e traz como uma importante consideração acerca da relação *agente-ferramenta cultural* o fato de que ela se associa com certa resistência de alguma natureza, sempre. “É importante destacar que o domínio de uma ferramenta cultural não implica apropriação. Esses processos são distintos e, como resultado, podem ser separados empiricamente” (p. 33).

Estes autores sugerem que a pesquisa em ensino de ciências, amparada nessa perspectiva,

poderia se estruturar com base em algumas questões fundamentais, a saber: quais formas de ação mediada conduzidas no âmbito do ensino de ciências? Quais são as ferramentas culturais empregadas por professores e alunos e por que essas ferramentas são utilizadas quando existem outras igualmente disponíveis? De que modo novas ferramentas culturais podem transformar as ações mediadas conduzidas no contexto da sala de aula? (Pereira; Ostermann, 2012, p. 37)

Assim, a presente pesquisa se desenvolveu com o esforço de explorar, de algum modo, as questões acima mencionadas, no desejo de contribuir para os avanços no entendimento de aspectos que envolvem o ensino e aprendizagem de ciências, em especial a Química Orgânica, e lançar olhar sobre pontos que podem ser aperfeiçoados dentro da perspectiva analítica adotada.

## 4 QUESTÕES DE PESQUISA E OBJETIVOS

As **questões de pesquisas** foram:

Como tem sido a prática de ensino de Química Orgânica na educação superior, especialmente na utilização de ferramentas de representação e visualização neste curso, bem como de que modo ocorre a discussão com os estudantes acerca destas linguagens e sua utilização no ensino de Química Orgânica em sua futura prática profissional?

e

Quais as principais concepções e dificuldades apresentadas pelos estudantes ao cursar esta disciplina, e quais possíveis alternativas para minimizá-las?

Para responder a estes questionamentos, fez-se necessário compreender aspectos relacionados à construção de significados a partir da utilização de representações, símbolos, visualizações etc., para que fosse possível discutir aspectos metodológicos presentes, ou não, neste processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, esta pesquisa apresentou o seguinte **OBJETIVO GERAL**:

Caracterizar as Práticas de ensino e aprendizagem de Química Orgânica em curso de Licenciatura em Química de uma Instituição Pública de Ensino do estado de São Paulo, especialmente no que se refere ao emprego de ferramentas de representação e visualização pelos docentes, bem como mediação desta linguagem, e apresentar alternativas para diminuição de eventuais dificuldades de aprendizagem observadas.

Em correlação com as questões e objetivo geral apresentados, esta pesquisa trouxe, ainda, os seguintes **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**:

- Identificar a seleção e utilização de ferramentas culturais utilizadas ao longo desta disciplina, numa perspectiva sociocultural, e em especial em discussões relacionadas a propriedades tridimensionais das entidades químicas;
- Como a docente do ensino superior de licenciatura em química da instituição selecionada mobiliza ferramentas culturais com o objetivo de ensinar representações químicas na disciplina em questão;
- Como os estudantes passam a utilizar ferramentas culturais a partir das atividades proporcionadas na disciplina em estudo.

## 5 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO CONTEXTO DA FONTE DE DADOS

Neste capítulo será feita uma breve caracterização do âmbito em que esta pesquisa foi realizada e acerca da disciplina em estudo.

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma Instituição Pública de Ensino do estado de São Paulo durante o ano de 2022. O curso investigado era ofertado no período noturno, com 40 vagas anuais para novos ingressantes. A disciplina de Química Orgânica 1 foi ofertada no quarto semestre (de um total de 8 semestres) desse curso, apresentando uma abordagem *teórica* e *prática* e com uma pequena parcela da carga horária destinada às Práticas como Componente Curricular (PCC). Indicava como bibliografia básica livros-textos de autores como Graham Solomons e Paula Yurkanis Bruice, principalmente.

É comum que temas como *hibridização* e *estereoquímica* estejam presentes nos conteúdos programáticos de disciplinas de Química Orgânica 1 nesses cursos, tanto de forma direta como indireta. Entende-se que, nesta disciplina introdutória, estes são assuntos fundamentais para a compreensão de conceitos-chaves da Química Orgânica, assim como para aprofundamento de temas subsequentes, tratados tanto nestas disciplinas introdutórias como em disciplinas posteriores (ou mesmo em discussões mais avançadas, a nível de pós-graduação, por exemplo).

Frequentemente, nota-se também a presença do tema *hibridização* ao início destes documentos, sugerindo uma introdução que, em geral, contempla uma revisão e aprofundamento acerca das teorias de ligação química, uma vez que os tópicos específicos da disciplina requisitarão estes conhecimentos.

Ademais, a *estereoquímica* está intrinsecamente relacionada a outros temas desenvolvidos durante esta disciplina, tais como, propriedades dos compostos orgânicos, reações orgânicas e seus mecanismos, nomenclaturas dos compostos orgânicos etc.

Tendo em vista as características destes temas, entendidos como centrais nesta disciplina, e de temas a eles associados, percebe-se que esta disciplina carrega uma demanda inerente, e implícita, de um certo nível de habilidades visuoespaciais (bem desenvolvidas e/ou a se desenvolver) para que seja possível seu melhor aproveitamento.

## 6 METODOLOGIA

Neste capítulo, são descritas as metodologias gerais em que essa pesquisa está inserida, bem como as metodologias de coleta e análise dos dados.

### 6.1 Pesquisa Qualitativa

A pesquisa qualitativa ou naturalística,

envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes” (Bogdan e Biklen, 1982 *apud* Lüdke e André, 2018).

A presente investigação possuiu caráter qualitativo, uma vez que visou analisar significados, motivos, atitudes, características etc. (Bogdan; Biklen, 1994; Lüdke; André, 2018), e teve como principais fontes de dados, documentos como Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Química do âmbito investigado, observação de aulas, e aplicação de questionários e entrevistas semiestruturadas com docente e estudantes deste curso.

O acompanhamento das aulas de Química Orgânica 1 na Instituição em que a Pesquisa foi realizada, foi combinado previamente com a docente que ministra a disciplina, e envolveu praticamente todas as aulas do semestre letivo em que a pesquisa ocorreu.

Foram realizados registros das observações das aulas, e discussão de slides e outros materiais cedidos pela docente. É importante enfatizar que os registros de imagens das aulas acompanhadas foram utilizados com preservação de anonimato dos sujeitos e autorização da docente responsável pela disciplina.

### 6.2 Estudo de Caso

O estudo de caso é o estudo de *um* caso, que pode ou não ser qualitativo. Pode ser um caso *simples* e *específico* ou *complexo* e *abstrato*. Deve ser bem delimitado e pode ser parecido com outro(s), embora seja inevitavelmente *singular*. Trata-se de uma unidade dentro de um contexto maior (Lüdke; André, 2018).

Yin (2015), apresenta uma definição de estudo de caso em duas partes. Na primeira delas, o autor trata do *escopo* de um estudo de caso:

O estudo de caso é uma investigação empírica que

- investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando
- os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes (Yin, 2015, p. 17).

Já na segunda parte desta definição, este autor trata das *características* de um estudo de caso:

A investigação do estudo de caso

- enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado
- conta com múltiplas fontes de evidência, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado
- beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados (Yin, 2015, p. 18).

Nessa perspectiva, a presente pesquisa é compreendida como um *estudo de caso*, uma vez que se propôs a responder, embora não de forma exclusiva, uma questão acerca de “*como*” algo tem sido realizado, focando a investigação em um “conjunto de eventos contemporâneos” e sobre os quais “o pesquisador tem pouco ou nenhum controle” (Yin, 2015, p. 15).

Yin (2015) explicita, também, que “os estudos de caso, como os experimentos, são generalizáveis às propostas teóricas e não às populações ou aos universos” (Yin, 2015, p. 22). Neste sentido, o objetivo de um estudo de caso é a expansão e generalização de teorias, o que o autor chama de *generalizações analíticas* (Yin, 2015).

Ainda sobre a questão das generalizações, Mazzotti (2006), discutindo as características de estudo de caso de obras consagradas do autor supramencionado, ressalta que

(...) o pesquisador não procura casos representativos de uma população para a qual pretende generalizar os resultados, mas a partir de um conjunto particular de resultados, ele pode gerar proposições teóricas que seriam aplicáveis a outros contextos (Mazzotti, 2006, p. 646).

Ademais, compreende-se que o estudo de caso realizado nesta pesquisa, com base na perspectiva de Yin (2015), trata-se de um estudo de caso *crítico*, uma vez que o conjunto de eventos estudados não é totalmente atípico, como apresentado nos capítulos iniciais desse texto. Pelo contrário, apresenta similaridades com outros

conjuntos de eventos reportados na literatura, embora, evidentemente, possua suas singularidades (Mazzotti, 2006; Yin, 2015).

Não se trata, portanto, de um caso *extremo* ou *único* (extremamente raro, não usual, e que não tenha ainda aporte teórico suficiente), nem de um caso *revelador* (anteriormente inacessível à investigação científica) (Mazzotti, 2006), mas de um caso que possui algumas características e problemáticas relativamente conhecidas, bem como algumas linhas teóricas passíveis de exploração e extrapolação.

Tendo em vista a temática desta pesquisa, e sua possível semelhança com alguns casos conhecidos, embora a dinâmica do estudo de caso realizado tenham se pautado nas fundamentações apresentadas acima, não se exclui a possibilidade de o presente trabalho levar a eventuais *generalizações naturalísticas*.

Este termo, atribuído a Robert Stake, pode ser compreendido através da seguinte descrição:

Por meio de uma narrativa densa e viva, o pesquisador pode oferecer oportunidade para a experiência vicária, isto é, pode levar os leitores a associarem o que foi observado naquele caso a acontecimentos vividos por eles próprios em outros contextos. Esse processo corresponde ao que Stake denominou “generalização naturalística”, conceito introduzido em artigo publicado em 1978, como uma alternativa à generalização baseada em amostras consideradas representativas de uma população (Mazzotti, 2006, p. 648)

Vale ressaltar, ainda, que toda pesquisa é dinâmica, especialmente as que tratam de estudo de caso. Suas delimitações, questionamentos, referenciais teóricos etc. podem, com frequência, se modificar ao longo do seu desenvolvimento e com a maior imersão do(s) pesquisadores no contexto investigado.

Nesse tipo de pesquisa, objetiva-se a *descoberta*, há uma ênfase em interpretar o *contexto* investigado, bem como tentar descrever a realidade de forma mais aprofundada. Busca-se utilizar uma variedade de fontes de informação, inclusive reportando e discutindo diferentes pontos de vista que se mostram no contexto. (Lüdke; André, 2018).

### **6.3 Questionários e Entrevistas Semiestruturadas**

A elaboração dos questionários foi fundamentada, principalmente, nas considerações realizadas por Bell (2008), de modo que as questões elaboradas não

carregassem ambiguidades, alcançassem elevado grau de precisão para que os sujeitos de pesquisa compreendessem com exatidão o que estava sendo perguntado, não apresentassem pressuposições inadequadas, duplicidade, induções, presunções, solicitação inapropriada de conhecimentos e de memórias, caráter ofensivo etc., e que fossem organizadas em ordem coerente (Bell, 2008).

Nos questionários (Apêndices 1 e 2), constaram questões de múltipla escolha, como as do tipo *lista*, *categoria* e *classificação*, bem como questões *verbais* ou *abertas* (discursivas), havendo solicitação de respostas curtas e diretas, bem como respostas mais longas e elaboradas (Bell, 2008).

A investigação seguiu as normas ditadas pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), sendo obtida aprovação de acordo com essas normas para sua condução.

Foi disponibilizado TCLE aos participantes da pesquisa (Apêndices 5 e 6). Estes foram informados acerca da importância de sua colaboração e sobre os propósitos das questões elaboradas e sobre o anonimato relacionado às respostas a estas questões, assim como a oportunidade de deixar a pesquisa a qualquer tempo, sem qualquer prejuízo. Ademais, foi comunicado aos participantes o tempo médio necessário para responder aos questionários.

Faz-se importante destacar, que:

Em pesquisas muito amplas, como o censo, são empregadas técnicas para produzir uma amostra que, tanto quanto possível, seja representativa da população como um todo. Então, podem ser feitas generalizações a partir dos resultados. Em estudos pequenos, temos de fazer o melhor possível (Bell, 2008, p. 127).

Tendo em vista que a amostra da presente pesquisa era pequena, para uma melhor composição e interpretação dos resultados, a realização de entrevistas com a maior quantidade possível de informantes participantes era bastante desejável. Assim, todos(as) os(as) estudantes participantes foram convidados(as) a participar de entrevistas, ao final da disciplina.

As entrevistas, cujos roteiros encontram-se disponíveis nos Apêndices 3 e 4, foram do tipo semiestruturadas (não totalmente estruturadas ou não padronizadas), não havendo imposição de uma ordem rígida de questões (maior “liberdade de percurso”), e foram conduzidas com gravador de áudio. Segundo Lüdke e André (2018), neste tipo de entrevista:

O entrevistado discorre sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém e que no fundo são a verdadeira razão da entrevista. Na medida em que houver um clima de estímulo e aceitação mútua, as informações fluirão de maneira natural e autêntica (Lüdke; André, 2018, p. 39).

Assim, desejou-se aplicar este instrumento de modo mais flexibilizado, e que possibilitasse um aprofundamento e melhor entendimento acerca do que, eventualmente, poderia ser obtido via questionários, uma vez que uma vantagem da entrevista sobre outras técnicas, ainda segundo Lüdke e André (2018), é que:

[...] ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos. Uma entrevista bem-feita pode permitir o tratamento de assuntos de natureza estritamente pessoal e íntima, assim como temas de natureza complexa e de escolhas nitidamente individuais. Pode permitir o aprofundamento de pontos levantados por outras técnicas de coleta alcance mais superficial, como o questionário (Lüdke; André, 2018, p.39).

Ou seja, através da combinação destes instrumentos (questionários e entrevistas), podem ser realizados melhores esclarecimentos, bem como, eventuais correções e/ou adaptações (Lüdke; André, 2018).

É importante pontuar que algumas questões utilizadas nesta pesquisa (tanto nos questionários como nos roteiros de entrevistas semiestruturadas), foram baseadas nos questionários aplicados na pesquisa de Mantovani (2013), intitulada: *Visualização e Modelagem no Ensino de Química Orgânica: a visão de professores em curso de formação continuada*.

A pesquisa desta autora buscou identificar: se professores em um curso de formação continuada adotavam recursos didáticos envolvendo visualização e modelagem no ensino em suas práticas profissionais, como estes recursos foram apresentados no curso de formação continuada acompanhado e se, após a conclusão deste curso, os professores iriam utilizar essas ferramentas em sua prática docente.

O trabalho de Mantovani (2013) se insere em um conjunto de trabalhos, como a própria autora menciona (p. 19), que busca investigar aspectos de ensino e aprendizagem com utilização de “ferramentas visuais diferenciadas” (p. 19) sob óticas diferentes (ferramentas de visualização “diferenciadas”, melhoramento na aprendizagem através do uso ferramentas, percepção de estudantes sobre o uso e aproveitamento destas, conhecimento e utilização destas ferramentas por docentes etc.) (Mantovani, 2013).

Embora o presente trabalho tenha seu enfoque na formação inicial de professores de química, bem como em algumas características docentes nesta formação, compreendemos que ele está inserido na temática do conjunto de trabalhos supramencionado, que visa ampliar a compreensão sobre a utilização de ferramentas de visualização no ensino e aprendizagem de química orgânica. Assim, algumas perguntas apresentadas por Mantovani (2013) aos sujeitos de sua pesquisa, se mostraram bastante interessantes para ajudar a explorar e compreender questões de pesquisa vinculadas ao presente trabalho.

Ademais, os resultados, discussões e considerações deste trabalho podem, eventualmente, estabelecer relações com formação continuada de professores de química no que se refere ao uso de ferramentas de visualização.

#### 6.4 A Observação

A observação é uma das melhores ferramentas para ajudar a descrever e interpretar um contexto envolvendo análise qualitativa, uma vez que permite uma aproximação da “perspectiva dos sujeitos”, realização de acompanhamento *in loco*, identificação da visão de mundo dos sujeitos envolvidos e os significados que estes atribuem à sua realidade e aos seus atos, obtenção de novas “descobertas” sobre o problema etc. Embora alguns autores apontem que a observação pode gerar interferências no ambiente, há forte argumentação de que essas interferências são bem menos impactantes do que se sugere, uma vez que não é capaz de afetar significativamente a situação social que se analisa (Lüdke; André, 2018).

Sobre esses aspectos:

Tanto quanto a entrevista, a observação ocupa um lugar privilegiado nas novas abordagens de pesquisa educacional. Usada como o principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta, a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, o que apresenta uma série de vantagens. Em primeiro lugar, a experiência direta é sem dúvida o melhor teste de verificação da ocorrência de determinado fenômeno. “Ver para crer”, diz o ditado popular.

Sendo o principal instrumento da investigação, o observador pode recorrer aos conhecimentos e experiências pessoais como auxiliares no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado. A introspecção e a reflexão pessoal têm papel importante na pesquisa naturalística (Lüdke; André, 2018 p. 30).

A observação humana apresenta, inevitavelmente, *filtros* pessoais. Quando um sujeito observa, ele o faz a partir da sua perspectiva, da sua visão de mundo, sob

a ótica de suas experiências e vivências, de seu tempo etc. Em outras palavras, cada observador é um sujeito histórico com experiências e vivências ímpares, e isso pode impactar em sua observação. Além disso, um mesmo sujeito pode mudar suas visões e interpretações ao longo do tempo, se apropriando de novas teorias, novas convicções, vivendo novas e diferentes experiências etc.

Assim, para que a observação possa ser um instrumento válido de análise, é necessário que esta seja realizada de maneira *controlada* e *sistemática*. Isso envolve um planejamento cuidadoso “do quê” e “como” observar, bem como, definição do nível de participação do observador e o tempo de observação que realizará (Lüdke; André, 2018).

O pesquisador precisa se preparar mental, física, intelectual e psicologicamente para a realização da observação a fim de minimizar vieses e interpretações demasiadamente pessoais acerca de um dado contexto (Lüdke; André, 2018).

Entende-se que a observação é uma ferramenta de campo que combina diversas ferramentas de análise, tais como, análise documental, entrevistas, a participação etc. (Lüdke; André, 2018). Assim, nesta pesquisa o pesquisador assumiu o papel de *observador participante*, e buscou combinar essa e as demais ferramentas utilizadas para enriquecer suas notas de campo, enfoques de observação *in loco*, assim como, suas interpretações sobre o todo.

O *observador participante* participa do ambiente em que a pesquisa ocorrerá, revelando aos sujeitos que está ali como *pesquisador*. Não foram revelados todos os propósitos da pesquisa aos sujeitos a fim de se evitar possíveis vieses comportamentais (e nas respostas) por parte destes no decorrer da investigação (o que se aproximaria de um pesquisador *observador como participante*) (Lüdke; André, 2018). Apenas as motivações e objetivos mais gerais da investigação foram apresentadas, bem como suas potencialidades e riscos.

## **6.5 Análise dos Dados: Análise Textual Discursiva (ATD)**

A Análise Textual Discursiva (ATD) tem se mostrado uma metodologia muito interessante e bastante presente na área de pesquisa em Educação em Ciências (Gomes, 2022; Marcelino, 2012; Moraes, 2003; Moraes; Galiuzzi, 2016; Paula;

Guimarães, 2021; Sousa; Galiazzi, 2018; Teixeira, 2020). Foi desenvolvida por dois pesquisadores brasileiros: Roque Moraes e Maria do Carmo Galiazzi. Os textos destes autores são referências fundamentais para estudo, aplicação e aprimoramento desta metodologia.

A ATD se realiza dentro de uma perspectiva *fenomenológica hermenêutica*, se caracterizando, portanto, como uma abordagem *interpretativista* (Creswell, 2014; Moraes; Galiazzi, 2016).

Nesse sentido, o uso da ATD possibilita que o pesquisador/analista veja, como sujeito limitado e histórico, “*o que se mostra*” no contexto investigado, o descreva e busque compreendê-lo de acordo com a sua perspectiva (Moraes; Galiazzi, 2016). A seguir, discorre-se sobre a aplicação da ATD, fundamentando-se, principalmente, em Moraes e Galiazzi (2016):

Entende-se que essa metodologia de análise se encontra entre a *Análise de Conteúdo* e a *Análise de Discurso*, uma vez que a primeira é mais restrita com relação aos seus *procedimentos* (mais *positivista*) e a segunda é mais engessada em suas *teorias* (Moraes; Galiazzi, 2016).

Os procedimentos fundamentais da ATD são:

1. Desmontagem dos textos (unitarização)
2. Estabelecimento de relações (categorias)
3. Captação do novo emergente (comunicação/construção de metatextos)

A desmontagem dos textos consiste na identificação, nos textos, de *unidades de significados* (unidades) que podem ser atribuídos a trechos, recortes, palavras, expressões etc. Essas unidades podem se interrelacionar e formar as *categorias*, que são, basicamente, conjuntos de *unidades de significados* que se interrelacionam (Moraes; Galiazzi, 2016).

Nessa dinâmica, o analista recorre a seus referenciais teóricos (e busca novos) a fim de compreender, interpretar e discutir as *unidades de significado* destacadas no material, constituindo, assim, suas *unidades teóricas*. Estas *unidades teóricas* irão colaborar, também, na identificação de possíveis relações existentes entre as *unidades de significado (empíricas)*, orientando a realização da *categorização*. Percebe-se, portanto, que a teorização vai se estruturando no decorrer de todo o processo de análise (Moraes; Galiazzi, 2016).

Esse movimento de *unitarização* e *categorização* é realizado através de intenso contato e *impregnação* com o material textual, a fim de possibilitar imersão do pesquisador/analista neste e, assim, otimizar sua percepção acerca “do que se mostra” no fenômeno observado. Ocasionalmente, o pesquisador pode reescrever trechos unitarizados com os devidos cuidados e respeito, sem que haja perda e/ou alteração do sentido destes, de forma a melhor organizar e categorizar o material em análise (Moraes; Galiuzzi, 2016).

É importante que o pesquisador deixe bastante clara a forma como essas categorias foram obtidas em seu processo de codificação, bem como que haja transparência em sua apresentação.

Existem duas formas de obtenção dessas categorias:

1. Categorias a priori: São definidas antes do processo de análise, e possuem um perfil *dedutivo*. As categorias já se encontram pré-elencadas, tendo em vista os principais referenciais teóricos da pesquisa, e a análise se dá por meio da busca de *unidades* que compõem essas categorias;

2. Categorias emergentes: Aparecem no decorrer da análise em um processo *indutivo*. Através da leitura e impregnação nos textos, identificam-se *unidades de significado* que podem dar origem a categorias que não foram previamente estabelecidas (Moraes; Galiuzzi, 2016).

Após esta etapa, ocorre a produção de um *metatexto*, que visa ressignificar o que foi percebido, destacado e interpretado. Ele é construído por meio do estabelecimento de relações entre os destaques efetuados, permitindo, assim, uma reconstrução discursiva e o fechamento da análise através da comunicação do *novo emergente* (aquilo que emergiu através da análise dos materiais) (Moraes; Galiuzzi, 2016).

Embora a ATD permita maior flexibilidade no que se refere à organização, categorização e interpretação dos materiais textuais, isso não significa que ela deva ser realizada sem qualquer tipo de critério ou filtro. É pertinente que o pesquisador/analista, ao utilizar essa metodologia, o faça de acordo com referenciais teóricos pertinentes e de forma que possibilite responder suas principais questões de pesquisa, evidentemente, utilizando, também, as ideias e contribuições do pesquisador (Moraes; Galiuzzi, 2016).

Eventualmente, novas questões e problemas podem surgir no decorrer das percepções, descrições e interpretações, e essa metodologia possibilita o trabalho com esses novos horizontes.

É importante destacar que, na ATD, não se busca saber se um fenômeno que se mostra é certo ou errado. Também não tem como objetivo saber o que os sujeitos *quiseram* dizer e, nem mesmo, saber a verdade.

Para a realização da Análise Textual Discursiva (ATD), o material textual (*Corpus*) foi classificado como apresentado a seguir:

**Parte Zero do *Corpus* ou Q0:** Respostas ao Questionário Inicial (Múltipla Escolha e Parcialmente Discursivo – Identificação)

**Parte 1 do *Corpus* ou QI:** Respostas ao Questionário Inicial (Discursivo)

**Parte 2 do *Corpus* ou QF:** Respostas ao Questionário Final (Discursivo)

As respostas a estas questões foram identificadas como RxQy, onde x é o número da pergunta e y indica o questionário correspondente (0 = Inicial parcialmente discursivo, I = Inicial e F = Final, estes dois últimos de caráter discursivo, apenas). Oportunamente, essa codificação é encerrada com o nome do(a) respondente.

Desta forma, a nomenclatura R3QIPEDRO indica que o fragmento correspondente está localizado na resposta de Pedro à pergunta de número 3 do Questionário Inicial.

**Parte 3 do *Corpus* ou EE:** Respostas à Entrevista com os estudantes

Este *Corpus* é composto por 11 entrevistas, codificadas como EE01, EE02, ...EE11, acompanhadas pelos nomes fictícios dos participantes. Cada turno de fala é indicado por Tn (n = número do turno)

Assim, para identificar os fragmentos que compõem as unidades e categorias, utilizou-se a codificação: TnEEm, onde m é o turno referente à fala do(a) entrevistado(a) e m é o número da entrevista. Por exemplo, a nomenclatura T8EE03 indica que o fragmento está localizado no turno 8 da entrevista de número 03.

**Parte 4 do Corpus ou ED:** Este *Corpus* refere-se à entrevista com a docente. A nomenclatura para identificação e localização dos fragmentos seguiu o mesmo princípio das anteriores. Neste caso, a nomenclatura T10ED indica que o fragmento está localizado no turno 10 da entrevista com a docente.

As categorias iniciais (*a priori*) para a realização da ATD foram elaboradas de acordo com as questões e objetivos dessa pesquisa, e, conseqüentemente, com foco nos questionários e entrevistas aplicadas, além dos principais referenciais teóricos para sua discussão. Estas categorias se encontram apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 – Categorias Iniciais (*a priori*)

| CATEGORIA INICIAL   |
|---|
| Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento  |
| Discussões, Reflexões e Mediação  |
| Perfil dos Estudantes<br>(Conhecimento Prévio, Expectativas, Motivações e Perspectivas de Formação, Temas de maior interesse) |
| Perfil Docente  |
| Concepções sobre Linguagem Química, Simbologias, Representações, Modelos etc.   |
| Temas Difíceis/Dificuldades, Sobrecarga e Aprofundamentos   |

Fonte: Elaborado pelo Autor

A partir deste elenco, buscou-se analisar, no material textual supramencionado, *unidades empíricas de significado* que pudessem se relacionar a estas categorias e, posteriormente, através de associação com suas respectivas unidades teóricas, ajudar a fundamentar o(s) *metatexto(s)* correspondente(s).

É importante pontuar que, devido ao foco deste trabalho se relacionar, com certa ênfase, mas não com exclusividade, à utilização de ferramentas de representação e visualização no ensino de Química Orgânica, procurou-se analisar o *Corpus* buscando aspectos ligados a essa questão, independente da categoria a qual determinada unidade está relacionada. Ou seja, esse tema poderia surgir em diferentes falas, através de diferentes vozes, em diferentes categorias, sendo analisado e discutido com embasamento em diferentes “ângulos teóricos”.

Esse ponto é esclarecido aqui devido ao fato de ter sido pensado, inicialmente, em uma categoria com títulos como: *Visualização e Representação, Uso de TDIC,*

*Ferramentas de Visualização e Representação* etc. Todavia, o tema em destaque poderia aparecer através de diferentes questionamentos, que estão relacionados a categorias maiores que, além deste tema, poderiam trazer elementos igualmente importantes para as discussões. Por exemplo, na categoria Discussões, Reflexões e Mediação, pode-se procurar identificar se, e como, a docente discute questões relacionadas a conhecimentos pedagógicos de sua disciplina com os estudantes, e se essas discussões abrangem o uso de ferramentas de visualização e representação. Na categoria Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento, é possível buscar identificar quais recursos de representação e visualização a docente utilizou ao longo da disciplina, com qual frequência, para quais temas etc.

Também vale salientar que, ao longo deste processo analítico, as categorias podem sofrer agrupamentos entre si, originando as *categorias finais* (ainda mais amplas). Pode ocorrer, ainda, o surgimento de *categorias emergentes* (a partir dos dados extraídos do corpus e que não se encaixam como *a priori*) e/ou *intermediárias* (que podem surgir a partir das *categorias iniciais*, por exemplo) nessa dinâmica, que são mais amplas que as *iniciais* e menos amplas que as *finais*.

Assim, as análises foram conduzidas considerando-se a possibilidade do surgimento de *categorias emergentes* e de se realizar agrupamentos das categorias (*a priori* e/ou *emergentes*) para formar *categorias finais*, passando, ou não, pela construção de *categorias intermediárias*.

O software *ATLAS.ti 24* ® foi utilizado como ferramenta de apoio, e em conjunto com o *Microsoft Word* ®, por apresentar interface e ferramentas de gerenciamento, classificação e organização mais práticas do que softwares convencionais para essa finalidade.

Aquele software foi utilizado apenas na primeira etapa de organização e análise dos dados, para melhor organização e visualização das unidades de significado empíricas. As etapas seguintes, tais como, desenvolvimento da categorização das unidades de significado teóricas etc., foram realizadas utilizando-se apenas o *Microsoft Word* ®.

Finalizando este capítulo, é bastante válido ressaltar que “na pesquisa qualitativa o pesquisador é também um instrumento vivo de pesquisa” (Paula; Guimarães, 2021): Nesse tipo de pesquisa, “[...] a criatividade do pesquisador (sua experiência, sua capacidade pessoal e sua sensibilidade) é elemento metodológico” (Minayo; Gomes; Deslandes, 2011, p.14 *apud* Paula; Guimarães, 2021, p.406).

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo, são apresentados e discutidos os resultados da presente pesquisa, além de considerações relevantes sobre seu desenvolvimento.

### **7.1 Contato com a instituição e cuidados éticos**

O projeto de pesquisa referente a este trabalho foi avaliado e autorizado pelo comitê de ética da UFSCar. A instituição onde o presente estudo se desenvolveu foi extremamente receptiva e solícita para o desenvolvimento do projeto, sendo a proposta prontamente acolhida e autorizada pela Direção Geral, Coordenação de Curso e pela Docente que foi responsável pela disciplina em foco neste estudo.

É bastante relevante destacar que houve uma excelente colaboração de todos os sujeitos de pesquisa e da instituição para a realização do presente trabalho.

Também é pertinente destacar que a disciplina de Química Orgânica 1, no momento de realização das observações e coleta de dados desta pesquisa, estava sendo ministrada pela primeira vez de modo presencial, após o período de pandemia do coronavírus (COVID-19), durante o qual o ensino ocorreu de forma emergencialmente remota (ERE - Ensino Remoto Emergencial). A turma acompanhada era ingressante do ano de 2021, ou seja, ingressou durante o ERE.

Apesar dos esforços para acompanhar 100% das aulas ministradas, devido a eventualidades e contratemplos, algumas das aulas da disciplina não foram observadas/acompanhadas. Estima-se que houve a observação/acompanhamento de cerca de 80% das aulas da disciplina de Química Orgânica 1.

Os nomes de todos os sujeitos participantes dessa pesquisa, bem como aqueles por estes mencionados, foram alterados para nomes fictícios a fim de garantir a preservação de seu anonimato.

### **7.2 Características Gerais dos(as) participantes da Pesquisa**

As características a seguir são descritas com base nas observações realizadas pelo pesquisador e nas respostas dadas pelos estudantes ao questionário inicial.

### 7.2.1 Características gerais da docente

A docente responsável pela disciplina durante esta pesquisa era do sexo feminino e foi denominada neste texto de Fabiana. Possuía formação em Licenciatura em Química e realizou todo seu percurso de pós-graduação (mestrado e doutorado) na área específica de Química Orgânica. No período em que esta pesquisa foi conduzida (no ano de 2022), a docente apresentava cerca de dez anos de experiência docente e estava bem habituada ao contexto da disciplina de Química Orgânica 1.

Percebeu-se que a professora possuía uma excelente sensibilidade sobre o nível aprofundamento possível nos conteúdos e sobre a “carga” (quantidade) destes conteúdos que era prudente/viável ministrar para estas turmas noturnas (muito sensata neste aspecto).

Tinha a característica de ser bastante entusiasmada, segura, motivadora, acolhedora, parceira dos(as) estudantes, mas, firme, também. A maioria das aulas foi desenvolvida com recurso de Lousa, Pincel Atômico e Apagador. Imprimia Listas de Exercícios para os estudantes e, eventualmente, utilizava Power Point, vídeos disponíveis online e, mais pontualmente, modelos de palitos e “júbabas” para representações atômicas e moleculares e os próprios modelos moleculares plásticos.

Neste sentido, o que mais foi percebido em termos de visualização, foi a utilização de gestos, ênfases, desenhos em lousa e, em menor proporção, apresentação de modelos tridimensionais em vídeos no *YouTube* e/ou em *Power Point*® e modelos materiais construídos com palitos e “júbabas”. Esta prática, de caráter lúdico, encontra-se descrita e discutida mais adiante. Faz-se, aqui, apenas uma alusão.

A disciplina possuía uma carga horária prática, como mencionado. Assim, um dos laboratórios da instituição também foi utilizado para esta atribuição. Geralmente, a professora preparava e orientava os estudantes uma ou duas semanas antes das práticas e os levava ao laboratório para desenvolvê-las em grupo, reforçando as orientações e cuidados juntamente com um técnico.

Essas práticas ocorreram mais ao final do semestre letivo, e havia disponibilidade de equipamentos e reagentes suficientes para o desenvolvimento das práticas (geralmente realizadas em trios). Além disso, tais práticas contavam com o apoio de um técnico de laboratório da instituição.

### 7.2.2 Características gerais dos estudantes

A turma, inicialmente, era constituída por 22 estudantes, mas, apenas 21 aceitaram participar da pesquisa. Dentre os participantes: 21 responderam ao questionário aplicado no início da disciplina, 14 responderam ao questionário aplicado no final da disciplina e 11 participaram da entrevista semiestruturada (ao final da disciplina), como mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Estudantes e sua participação nesta pesquisa

| <b>Nome<br/>(Fictício)</b> | <b>Idade</b> | <b>Respondeu<br/>ao QI (1)</b> | <b>Respondeu<br/>ao QF (2)</b> | <b>Participou da<br/>Entrevista</b> |
|----------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Carlos                     | 19           | X                              |                                |                                     |
| Bruna                      | 21           | X                              | X                              |                                     |
| Luana                      | 20           | X                              |                                |                                     |
| Suelen                     | 20           | X                              | X                              | X                                   |
| Vitor                      | 27           | X                              |                                |                                     |
| Pedro                      | 35           | X                              | X                              |                                     |
| João                       | 19           | X                              | X                              | X                                   |
| Priscila                   | 18           | X                              | X                              | X                                   |
| Matheus                    | 32           | X                              | X                              | X                                   |
| Kelly                      | 23           | X                              | X                              | X                                   |
| Sthefani                   | 20           | X                              | X                              | X                                   |
| Kauan                      | 19           | X                              | X                              | X                                   |
| Flávio                     | 28           | X                              |                                |                                     |
| Bárbara                    | 33           | X                              | X                              | X                                   |
| Laís                       | 38           | X                              | X                              | X                                   |
| Mariana                    | 30           | X                              |                                |                                     |
| Gabriela                   | 19           | X                              | X                              | X                                   |
| Fernanda                   | 19           | X                              |                                |                                     |
| Débora                     | 23           | X                              |                                |                                     |
| Nathália                   | 20           | X                              | X                              | X                                   |
| Artur                      | 22           | X                              | X                              |                                     |
| <b>Total</b>               |              | <b>21</b>                      | <b>14</b>                      | <b>11</b>                           |

Fonte: Elaborado pelo Autor

(1) QI = Questionário Inicial

(2) QF = Questionário Final

De acordo com as respostas aos questionários iniciais, foi possível identificar que:

- A média de idade entre os participantes era de 21 anos, prevalecendo estudantes do sexo feminino (61,9%);
- Cerca de 57,1 % destes participantes trabalhava em período integral, enquanto 23,8 % indicaram que trabalhavam meio período. Apenas um estudante (4,8%) indicou que trabalhava somente aos finais de semana, e três estudantes (14,3%) informaram que apenas estudavam durante o momento em que esta pesquisa foi realizada;
- Além disso, 42,9% deles indicaram residir na mesma cidade em que o curso era ofertado, enquanto 57,1% indicaram residir em cidades vizinhas ou próximas e, portanto, viajavam para estudar;
- Destes participantes, 10 (47,6%) ingressaram no curso imediatamente após a conclusão do ensino médio, 3 (14,3%) ingressaram depois de 1 a 2 da conclusão do ensino médio, 3 (14,3%) após 3 a 5 anos do término do ensino médio, e 5 (23,8%) após mais de 5 anos depois de concluírem o ensino médio (6, 11, 12, 17 e 20 anos após);
- A maior parte destes estudantes (71,4%) cursou o ensino médio integralmente em escola pública, enquanto 14,3% cursaram este nível de ensino parcialmente na rede pública e parcialmente na rede particular. Outros 14,3% cursaram o ensino médio integralmente na rede particular de ensino;
- Todos os estudantes indicaram possuir acesso tanto a Smartphone como a Computador/Notebook, com exceção de um participante, que indicou possuir acesso apenas a Smartphone;
- Dois estudantes (9,52%) indicaram já ter concluído outra graduação anteriormente (Administração e Farmácia).
- Dos 21 estudantes participantes, 19 (90,48%) estavam cursando a disciplina de Química Orgânica 1 pela primeira vez, e 2 (9,52%) já haviam cursado esta disciplina e não obtiveram aprovação.

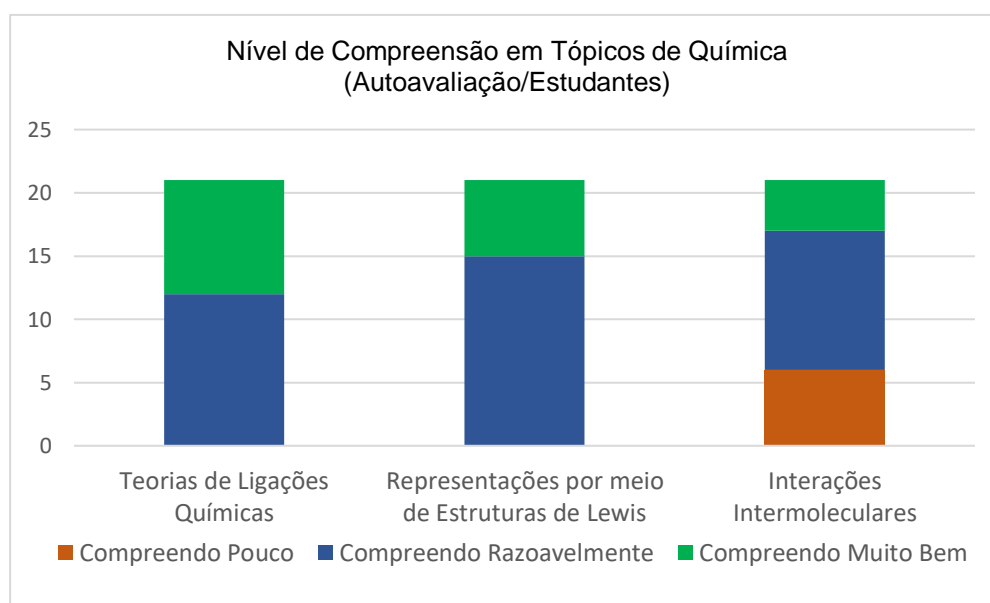
Por fim, uma informação que também julgou-se ser importante para ajudar a caracterizar o perfil dos participantes era sobre a intenção destes em atuar como professores após a conclusão do curso de Licenciatura em Química. Identificou-se

que 17 (81,0%) responderam afirmativamente a esta questão, enquanto 4 (19,0%) indicaram que não tinham esta pretensão.

Resumidamente, foi possível perceber que o grupo de estudantes que participou desta pesquisa se situava, predominantemente, na faixa dos 18 aos 23 anos de idade, sendo que a menor parcela apresentava idade bem mais avançada. A maioria dos participantes era do sexo feminino.

No questionário inicial, além das questões de identificação, os estudantes responderam a uma autoavaliação sobre seu nível de conhecimento (*compreendo pouco, compreendo razoavelmente bem ou compreendo muito bem*) em três tópicos da química: *Teorias de Ligações Químicas, Representações por meio de Estruturas de Lewis e Interações Intermoleculares*. As respostas a esta questão estão resumidas no Gráfico da Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Respostas dos estudantes sobre como classificavam seus conhecimentos sobre três tópicos da química, no início da disciplina de QO1



Fonte: Elaborado pelo autor

Nota-se que os estudantes indicaram compreender razoavelmente ou muito bem sobre teorias de ligações químicas e sobre representações por meio de estruturas de Lewis, tópicos compreendidos como importantes para o desenvolvimento dos assuntos da Química Orgânica. O assunto interações intermoleculares foi o único em que alguns estudantes indicaram compreender pouco.

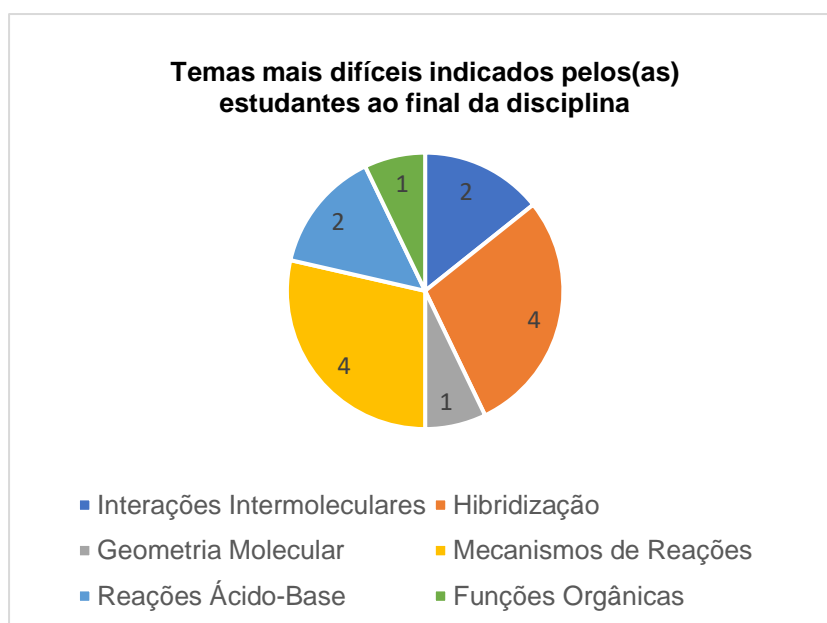
Perguntou-se, também, se os estudantes tiveram oportunidade de estudar Química Orgânica no Ensino Médio, em Cursinho Pré-Vestibular e/ou em outro curso de graduação. E, em caso afirmativo, foi solicitado que relatassem sucintamente onde e como foi(foram) sua(s) experiência(s) nesta(s) oportunidade(s) anterior(es) de acordo com suas lembranças.

Verificou-se que 14 estudantes (66,7%) disseram ter tido oportunidade de estudar Química Orgânica anteriormente, e os outros 7 (33,3%) responderam que não.

Dos estudantes que responderam aos questionários iniciais, 6 (28,6%) indicaram, sem fazer qualquer observação, que tiveram oportunidade de estudar aspectos espaciais (*estereoquímicos*) da Química Orgânica em experiências anteriores em disciplinas de Química Orgânica, enquanto 9 (42,8%) destes estudantes indicaram não ter tido essa oportunidade. Os outros 6 (28,6%), apesar de indicarem terem tido a oportunidade de estudar este tema, relataram que foi algo muito sucinto ou que já não se lembravam muito.

No gráfico da Figura 3, abaixo, apresentamos um dos resultados obtidos através da aplicação do questionário final.

Figura 3 – Temas difíceis, na percepção dos estudantes, ao final da disciplina de QO1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Identificou-se que, ao final da disciplina, os dois temas apontados como de maior dificuldade na percepção dos estudantes foram: mecanismos de reações orgânicas e hibridização. Interações intermoleculares e Reações Ácido-Base vêm na sequência. Funções Inorgânicas e Geometria Molecular tiveram poucas indicações neste sentido.

### **7.3 Análise Textual Discursiva: *fragmentação, unitarização e categorização***

Todas as respostas aos questionários e entrevistas foram transcritas e revisadas para apresentação e análise. Algumas menções dos sujeitos foram reformuladas para a preservação do anonimato dos participantes.

Nesta seção será apresentado o percurso que envolveu a ATD do material textual, explicitando como foram realizadas as fragmentações, unitarizações, categorizações e teorizações do material textual.

O material submetido a esta análise constituiu-se pelas respostas às questões discursivas aplicadas ao início e ao final da disciplina, bem como pelas entrevistas com estudantes e docentes, ao final da disciplina. As demais questões, aplicadas ao início, bem como a questão número 1 do questionário discursivo inicial, foram excluídas desta análise por contemplarem apenas características de identificação, que são discutidas de forma complementar.

Através de intensa impregnação com o *Corpus*, que se deu por meio várias novas leituras e reflexões deste material textual ao longo de meses, foram identificadas unidades de sentido nas vozes dos sujeitos que se relacionavam, na visão do pesquisador, com os objetivos da presente pesquisa.

Os quadros 2, 3 e 4, a seguir, ilustram esse processo de *fragmentação dos textos* e de destaque de *unidades empíricas de significado*, que são destacadas pelo pesquisador através de alguns termos-chave de autoria própria (codificação).

Quadro 2 – Recorte da fragmentação das respostas ao questionário inicial

| <b>R3QI</b> Você identifica que <b>aprende conteúdos de Química</b> com a utilização de imagens, simulações, vídeos, etc.? Ou, em geral, apenas discussões orais, textos e cálculos costumam ser suficientes para você? |  |
|---|--|
| <b>Respostas</b>  | <b>Fragments / Unidades de significado</b>   |
| <b>CARLOS:</b> Me identifico com o auxílio de recursos audiovisuais que me ajudam bastante, mas gosto da parte do cálculo e das discussões  | <b>TDIC, Visualização.</b> Me identifico com o auxílio de recursos audiovisuais  |
| <b>BRUNA:</b> Sim, compreendo.  |  |
| <b>LUANA:</b> Recursos audiovisuais me ajudam a entender como aquilo realmente é, enquanto matéria. No entanto, para compreender a teoria, discussões orais, textos e cálculos os mais eficazes para mim.               | <b>TDIC Conceção Alternativa.</b> me ajudam a entender como aquilo realmente é   |
| <b>SUELEN:</b> Aprendo conteúdo de química com vídeos, simulações, imagens, etc.  | <b>TDIC, Aprendizagem, Visualização.</b> Aprendo química com vídeos, simulações, imagens, etc.   |
| <b>VITOR:</b> Por ser algo que trabalha a geometria molecular dos compostos orgânicos, acho necessária a utilização de imagens, simulações e vídeos.  | <b>TDIC, Aprendizagem, Visualização.</b> acho necessária a utilização de imagens, simulações e vídeos no ensino de química                                   |
| <b>PEDRO:</b> O ensino de química quando associado à utilização de imagens, vídeos, aulas práticas, etc. com certeza o ensino fica melhor.  | <b>TDIC, Aprendizagem, Visualização.</b> Com certeza, o ensino de química fica melhor quando associado à utilização de imagens, vídeos, aulas práticas, etc. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 3 – Recorte da fragmentação das respostas ao questionário final

| <b>R2QF:</b> Em <b>quais tópicos</b> estudados nesta disciplina você sentiu <b>maior dificuldade em aprender?</b><br>A que você atribui essa dificuldade? |   |
|---|---|
| <b>Respostas</b>  | <b>Fragments / Unidades de significado</b>  |
| <b>BRUNA:</b> Senti dificuldades em forças intermoleculares e na parte de hibridização. Atribuo esta dificuldade à falta de conhecimento anterior.        | <b>Dificuldades. Conhec. Prév.</b> Senti dificuldades em forças intermoleculares e na parte de hibridização. Atribuo esta dificuldade à falta de conhecimento anterior. |
| <b>SUELEN:</b> Tópico da influência das forças intermoleculares na temperatura de fusão e ebulição dos compostos orgânicos. As                            | <b>Dificuldades.</b> Senti dificuldades no assunto de influência das forças intermoleculares na temperatura de fusão e ebulição dos compostos                           |

|   |   |
|---|---|
| especificidades do tema fez com que seu estudo tivesse muitas variáveis para aprender.                          | orgânicos. Muitas especificidades e muitas variáveis para aprender.   |
| <b>PEDRO:</b> Geometria molecular. Talvez o conteúdo base (médio e técnico) foi insuficiente.                   | <b>Dificuldades.</b> Senti dificuldade em geometria molecular, talvez por possuir base insuficiente.                      |
| <b>JOÃO:</b> A matéria que mais tive dificuldade foi mecanismo de reação, pois é uma matéria um pouco complexa. | <b>Dificuldades.</b> Tive mais dificuldade em mecanismo de reação, devido à sua complexidade                              |
| <b>PRISCILA:</b> Mecanismo de reação de eliminação, foi algo complexo.  | <b>Dificuldades.</b> Tive mais dificuldade em mecanismo de eliminação, devido à sua complexidade                          |
| <b>MATHEUS:</b> As funções orgânicas, pois têm muita coisa que é necessário memorizar.                          | <b>Dificuldades.</b> Senti dificuldade em funções orgânicas, devido à ter muita coisa para memorizar                      |
| <b>KELLY:</b> Processo de hibridização, pois acho que a dificuldade em outras matérias acabou afetando.         | <b>Dificuldades.</b> Senti dificuldade no processo de hibridização. Acredito que dificuldade em outras matérias colaborou |
| <b>STHEFANI:</b> Reações ácido-base, pelo fato de não ter um conhecimento básico no ensino médio.               | <b>Dificuldades.</b> Senti dificuldade em reações ácido-base, pois não tive conhecimento básico no ensino médio           |

Fonte: Elaborado pelo autor

#### Quadro 4 – Recorte da fragmentação das respostas em entrevistas com estudantes

| Respostas   | Fragmentos / Unidades de significado  |
|---|---|
| T2 [E]: Suelen.   |   |
| T4 [E]: Foi, né? Eu aprendi bastante coisa sobre moléculas orgânicas que era a intenção, que eu pensei que eu ia aprender com a disciplina. Então, acho que sim, né? Porque ainda tô na química orgânica 1, então dentro da química orgânica 1, tá da forma que eu esperava.  | <b>Expectativas.</b> Eu aprendi bastante coisa sobre moléculas orgânicas que era a intenção, que eu pensei que eu ia aprender com a disciplina.   |
| T6 [E]: Nada mais, nada menos.  |   |
| T8 [E]: Ah, bastante porque antes eu não tinha noção sobre moléculas orgânicas, tipo eu sabia o que era coisas orgânicas e talz, mas antes eu não sabia como se dava a criação dessas moléculas e como que elas, era as estrutura delas, tanto as especificidades das moléculas, que antes eu só pensava que era a molécula | <b>Expectativas. Concepções Alternativas.</b> Antes eu não tinha noção sobre moléculas orgânicas, tipo eu sabia o que era coisas orgânicas, mas antes eu não sabia como se dava a criação dessas moléculas e como que era a estrutura delas, tanto as especificidades das moléculas, que antes eu só pensava que era a molécula |

|   |   |
|---|---|
| orgânica (...) e agora eu conheço essas propriedades por trás dela. Então (...).  | orgânica, e agora eu conheço essas propriedades por trás delas.   |
| T10 [E]: Pra explicar para os alunos, né? Pros nossos futuros alunos, porque antes eu (...) antes, tipo (...) cada matéria que cê faz se torna menos abstrato o conhecimento de química que a gente tem. Então, antes pra mim quando pensava em molécula, era só molécula. Aí agora têm as moléculas orgânicas, têm as moléculas inorgânicas. Então ajuda aí na hora (...) na hora de explicar pros alunos.   |   |
| T12 [E]: Ahã, sim, é isso mesmo.  |   |
| T14 [E]: Ah, a Fabiana? Ela (...), ela eu vejo que ela domina muito o conteúdo. Então, ela não usa slides. Então, muitos professores às vezes eu acho que com medo de se perder no assunto, eles usam muito slides e acaba ficando ruim as aulas, né? Mas a Fabiana não. Ela como (...) ela tem domínio pelo (...) pela matéria que ela tá ensinando. Então, a gente se sente confortável fazer alguma pergunta porque sabe que ela vai responder. Ela sabe o que ela tá falando. | <b>Características Docentes.</b> Eu vejo que a Fabiana domina muito o conteúdo. Ela não usa slides. Então, muitos professores às vezes eu acho que com medo de se perder no assunto, eles usam muito slides e acaba ficando ruim as aulas, né? Mas a Fabiana não. Ela como (...) ela tem domínio pelo (...) pela matéria que ela tá ensinando. Então, a gente se sente confortável fazer alguma pergunta porque sabe que ela vai responder. Ela sabe o que ela tá falando.  |
| T16 [E]: É. O domínio dela ajudou bastante.   |   |
| T18 [E]: É (...) se não me engano ela usou (...), pelo menos nas aulas que eu vim, né? Ela (...) eu vi ela usando um que foi o (...) pra estrutura orgânicas, né? Que ela usou aqueles (...), é o modelo bola e (...).  | <b>Objetos Materiais de Aprendizagem. Visualização.</b> Se não me engano ela usou, pelo menos nas aulas que eu vim. Eu vi ela usando um que foi para estrutura orgânicas. Ela usou aquele modelo bola e bastão.<br><br>Eu já tinha visto os outros professores usarem. Então, eu acho que ajuda bastante na visualização das moléculas, porque a na parte de ligações duplas elas não têm rotatividade. Então, só vendo, os alunos não conseguem perceber isso. Nos modelos 3D, conseguem perceber, porque elas não rodam. As ligações duplas. Então, acho que ajudou na estrutura, na abstração do conteúdo. |

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que ao longo deste processo estes fragmentos seriam utilizados para a construção do *metatexto*, em alguns casos certos fragmentos foram reescritos, visando sintetizar seu significado para o pesquisador, sem comprometer ou alterar o que foi dito pela fonte. Ressalta-se aqui que este é um procedimento comum na ATD.

Após esta etapa, esses fragmentos foram associados às Categorias Iniciais de acordo com a relação com seus temas, como exemplificado a seguir, nos quadros 5 e 6.

Quadro 5 – Recorte da categorização das unidades empíricas (fragmentos) das respostas aos questionários

| Origem do Fragmento | Unidade de Significado   | Categoria                                      |
|---------------------|--|--|
| R1QF.BRUNA          | <b>Características Docentes.</b> A docente apresentava domínio, fazia verificação de dificuldades, passava lista de exercícios   | Perfil Docente                                 |
| R1QF.SUELEN         | <b>Características Docentes.</b> A docente dominava o conteúdo, aplicava listas de exercícios em aula. Tudo isso passava confiança de que ela era uma professora qualificada.                        | Perfil Docente                                 |
| R1QF.PEDRO          | <b>Características Docentes.</b> Docente usava aula em lousa, com muitos exercícios para fixação   | Perfil Docente                                 |
| R1QF.JOÃO           | <b>Características Docentes.</b> Docente ministrava aulas com progresso de dificuldade adequado (indo de conteúdos mais fáceis para os mais difíceis)  | Perfil Docente                                 |
| R1QF.PRISCILA       | <b>Características Docentes.</b> A docente era apaixonada pela matéria e por ensinar. Isso despertou meu interesse.  | Perfil Docente                                 |
| R1QF.MATHEUS        | <b>Características Docentes.</b> A docente tinha uma sequência lógica que facilitou o aprendizado  | Perfil Docente                                 |
| R1QF.KELLY          | <b>Características Docentes.</b> Docente compreendia as realidades dos(as) estudantes em sala de aula  | Perfil Docente                                 |
| R1QF.STHEFANI       | <b>Características Docentes.</b> Docente utiliza apenas lousa e não usa <i>slides</i> . Isso chama a atenção dos alunos e ajuda no aprendizado. As atividades práticas também chamaram minha atenção | Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento |
| R1QF.KAUAN          | <b>Características Docentes.</b> Sequência adotada pela docente: teorias, síntese da matéria e aula prática (planejamento docente)   | Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento |
| R1QF.BÁRBARA        | <b>Características Docentes.</b> Docente explica aplicando atividades em sala e ajudando individualmente os(as) estudantes nas mesas   | Perfil Docente                                 |

|           |  |                |
|-----------|--|----------------|
| R1QF.LAÍS | <b>Características Docentes.</b> A docente apresentou empatia com os estudantes. | Perfil Docente |
|-----------|--|----------------|

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 6 – Recorte da categorização das unidades empíricas (fragmentos) das entrevistas

| Origem do Fragmento | Unidades de Significado  | Categoria                                      |
|---------------------|--|--|
| T4EE01              | <b>Expectativas.</b> Eu acho que foi a matéria desse semestre que mais me agradou em relação à matéria que a gente teve  | PE   |
| T10EE01             | <b>Características Docentes.</b> Mediação. ela sempre começava dando uma introdução de cada tópico que ela dava. Depois ela pegava e (...) e falava nomenclatura, até o momento, é a matéria que a gente está mais vendo, assim. E depois, ela dava exercícios tanto básico, tanto um pouquinho mais complexos. E depois de um número X de matéria, ela pegava e dá uma lista de exercício, com isso a gente prova e a gente exercita o nosso conhecimento que a professora acabou passando pra gente. | Perfil Docente                                 |
| T14EE01             | <b>Visualização (concepções, importância, utilização).</b> Slides seria um instrumento visual?   | Concepções sobre Linguagem Química (...)       |
| T18EE01             | <b>TDIC, Aprendizagem, Visualização.</b> A gente precisa muitas das vezes pra gente poder entender algo melhor, a gente acaba precisando ver, precisando ter um contato melhor   | Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento |
| T20EE01             | <b>TDIC, Aprendizagem, Visualização.</b> podemos dizer que a gente agora, a gente vive no mundo que a gente tem muita, muita opções de poder mostrar algo para as outras pessoas.<br><b>TDIC, Aprendizagem, Visualização.</b> eu acho que não sendo, específico assim, falando específico, com o nome, assim, eu não conseguiria, mas seria mais ou menos isso que eu usaria para poder ministrar uma aula, o pessoal ter um contato um pouco mais visual  | Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento |
| T24EE01             | <b>TDIC, Aprendizagem, Visualização. Ambiente das Aulas.</b><br><b>Características Docentes.</b> (...) do jeito que me enriqueceu foi que a gente na prática no laboratório, tudo que a professora, todos os conceitos que a professora tava querendo passar realmente para a gente, a gente colocar em prática e a gente conseguir ver como que realmente funciona tudo que ela tá  | Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento |

|         |  |  |
|---------|--|--|
|         | passando. Então (...) sim, enriqueceu demais porque foi algo visível, algo que a gente fez, a gente pegou as coisas, fez.  |  |
| T28EE01 | <b>Características Docentes. Discussões Oraís. Visualização (concepções, importância, utilização).</b> Eu não sei responder essa pergunta, sendo muito sincero, mas, eu sou uma pessoa que falta bastante, não sei se é bom falar isso. Então, provavelmente, se um dia ela falou, eu não estava presente ou eu não me lembro, entendeu? Mas, falando da Fabiana, eu acho que, não é puxando o saco de ninguém, mas tenho certeza que ela falou e ela explicou, e é isso que eu tenho a responder. | Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento           |
| T30EE01 | <b>PCC. Nosso PCC é de Didática e de Orgânica.</b> Porque a gente pega a matéria de orgânica, e a gente faz a didática. A gente faz como se a gente realmente fosse ministrar uma aula   | Discussões, Reflexões e Mediação                         |
| T32EE01 | <b>Características Estudantes. Sobrecarga.</b> acho que todo mundo aqui trabalha bastante afins e querendo ou não, você fica um pouco sobrecarregado, pela quantidade de matéria e porque pelo fato que a gente também trabalha.   | Perfil dos Estudantes                                    |
| T32EE01 | <b>Características Docentes.</b> como que a professora ela tinha (...) aquele (...) aquele sistema de (...) a partir de X matéria ela já passar meio que uma provinha, na hora da gente estudar e na hora a gente pegar para ver todos os conceitos, a gente já tinha mais ou menos toda a base lá. Então, a gente estudava muito por lá e não precisava como alguns outros professores, que passavam inúmeros slides e a gente precisava ver um slide por slide, entendeu?                        | Perfil Docente   |
| T34EE01 | <b>Sobrecarga.</b> Não me senti tão sobrecarregado, não pela matéria, mas sim por outros fatores que faz com que a gente fique sobrecarregado.   | Temas Difíceis/Dificuldades, Sobrecarga e Aprofundamento |

Fonte: Elaborado pelo autor

Agrupou-se cada uma das categorias iniciais para a realização da *teorização*. Nesta etapa, o material passou por novas releituras, buscando-se amparo em referenciais teóricos preestabelecidos e em novos referenciais para interpretação e discussão daquilo que se mostrava nos textos, agora na forma de fragmentos categorizados. Concomitantemente, foram sendo estruturados os *metatextos* referentes a este material textual.

É importante destacar que, embora o processo tenha objetivo de promover uma espécie de “caos” para visualizar o fenômeno e aquilo que se mostra, no sentido

a um “novo emergente”, e proponha um certo desapego às falas individuais e um olhar ao todo, procurou-se manter, sempre que possível, uma organização que permitisse, através de codificação e apresentação dos resultados, consultar as falas de cada sujeito, em sua forma íntegra, a partir dos fragmentos codificados. Essa organização na ATD é bastante relevante para ajudar o pesquisador a administrar a alta densidade de dados que geralmente a compõem.

Com o aprofundamento na etapa de *teorização*, pareceu interessante a *aglutinação* de algumas categorias, com o objetivo de explorar de forma mais abrangente e harmoniosa assuntos que foram considerados centrais neste trabalho. Assim, as categorias iniciais *Metodologias, Recursos Didáticos e Embasamento* (MRDE), *Temas Difíceis/Dificuldades, Sobrecarga e Aprofundamentos* (DA) e *Perfil dos Estudantes* (PE) se tornaram uma única categoria final (provisória), que foi denominada *Metodologias, Recursos e Perfil do Estudante em QO1: Características, Perspectivas, Demandas e Dificuldades no Percurso*. As categorias *Discussões, Reflexões e Mediação* (DRM) e *Concepções sobre Linguagem Química, Simbologias, Representações, Modelos etc.* (CLQ) também passaram a compor uma única categoria final (provisória), denominada *Concepções e Discussões sobre Linguagem Química, Conhecimento Pedagógico e Conhecimento de Conteúdo*. A categoria inicial *Perfil Docente* passou a se chamar *Perfil da Docente*, permanecendo com a mesma composição e sigla (PD). Essa nova organização está sumarizada no quadro 7.

Quadro 7 – Estabelecimento de Categorias Finais (provisórias) I

| <b>Categorias Iniciais</b>   | <b>Categorias Finais (1)</b>   |
|--|--|
| Metodologias,<br>Recursos Didáticos e<br>Embasamentos              | Metodologias, Recursos e Perfil do Estudante em QO1: Características,<br>Perspectivas, Demandas e Dificuldades no Percurso (A) |
| Temas<br>Difíceis/Dificuldades,<br>Sobrecarga e<br>Aprofundamentos |  |
| Perfil dos Estudantes  |  |
| Perfil Docente   | Perfil da Docente (B)  |
| Discussões, Reflexões<br>e Mediação                                | Concepções e Discussões sobre Linguagem Química, Conhecimento<br>Pedagógico e Conhecimento de Conteúdo (C)                     |

Concepções sobre  
Linguagem Química  
(...)

Fonte: Elaborado pelo autor.

(1) Provisórias

Contudo, com o avanço na teorização e elaboração dos *metatextos*, uma nova aglutinação pareceu adequada, com a Categoria *Perfil da Docente* (B) sendo incorporada à Categoria *Metodologias, Recursos e Perfil do Estudante em QO1: Características, Perspectivas, Demandas e Dificuldades no Percurso* (A).

A essa nova categoria final foi atribuída a nomenclatura *Considerações sobre recursos, abordagens, ações e relações em QO1: Dificuldades, Limitações e Potencialidades* (A), classificando as categorias anteriores como *intermediárias* no percurso de categorização. Desta forma, as novas Categorias Finais, ainda provisórias neste ponto do trabalho, encontram-se no quadro 8, abaixo.

Quadro 8 – Estabelecimento de Categorias Finais (provisórias) II

| <b>Categorias Iniciais</b>                               | <b>Categorias Intermediárias</b>   | <b>Categorias Finais (1)</b>   |
|--|--|--|
| Metodologias,<br>Recursos Didáticos e<br>Embasamentos    | Metodologias, Recursos e Perfil do<br>Estudante em QO1: Características,<br>Perspectivas, Demandas e<br>Dificuldades no Percurso (A) | Considerações sobre recursos,<br>abordagens, ações e relações<br>em QO1: Dificuldades,<br>Limitações e Potencialidades (A) |
| Temas  |  |  |
| Dífceis/Dificuldades,<br>Sobrecarga e<br>Aprofundamentos |  |  |
| Perfil dos Estudantes                                    |  |  |
| Perfil Docente   | Perfil da Docente (B)  |  |
| Discussões, Reflexões<br>e Mediação                      | Concepções e Discussões sobre<br>Linguagem Química, Conhecimento<br>Pedagógico e Conhecimento de<br>Conteúdo (C)                     | Concepções e Discussões sobre<br>Linguagem Química,<br>Conhecimento Pedagógico e<br>Conhecimento de Conteúdo (B)           |
| Concepções sobre<br>Linguagem Química<br>(...)           |  |  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

(1) provisórias

Com o avanço da análise e da elaboração dos *metatextos*, um para cada categoria final provisória, até então, entendeu-se possível e interessante uma abordagem mais uníssona, através de nova aglutinação destas categorias em uma única categoria final, denominada *Recursos, Abordagens, Diálogos e Relações em QO1: Dificuldades, Limitações e Possibilidades*, cuja análise originou um único *metatexto*. Esta nova organização encontra-se ilustrada no Quadro 9.

Quadro 9 – Estabelecimento de Categoria Final

| Categories Iniciais                                       | Categories Intermediárias   | Category Final   |
|---|---|--|
| Metodologias,<br>Recursos Didáticos<br>e Embasamentos     | Considerações sobre<br>recursos, abordagens, ações e<br>relações em QO1:<br>Dificuldades, Limitações e<br>Potencialidades (A) | <b>Recursos, Abordagens, Diálogos e<br/>Relações em QO1: Dificuldades,<br/>Limitações e Possibilidades</b> |
| Temas   |   |  |
| Díficeis/Dificuldades,<br>Sobrecarga e<br>Aprofundamentos |   |  |
| Perfil dos<br>Estudantes                                  |   |  |
| Perfil Docente  |   |  |
| Discussões,<br>Reflexões e<br>Mediação                    | Concepções e Discussões<br>sobre Linguagem Química,<br>Conhecimento Pedagógico e<br>Conhecimento de Conteúdo<br>(B)           |  |
| Concepções sobre<br>Linguagem Química<br>(...)            |   |  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O *metatexto* derivado das análises encontra-se apresentado no subcapítulo 7.4. Para sua elaboração, considerou-se, além das falas dos estudantes e da docente, captadas por meio dos questionários e das entrevistas, as observações e percepções acerca das situações e falas mencionadas, diálogos informais com estes sujeitos, bem como, registros de notas de aula e imagens de situações de ensino feitas pelo autor.

#### 7.4 Metatexto - Recursos, Abordagens, Diálogos e Relações em QO1: Dificuldades, Limitações e Possibilidades

A disciplina de Química Orgânica 1 (QO1), objeto de estudo nesta pesquisa, durante o período em que foi acompanhada, foi ministrada por uma professora licenciada e com quase dez anos de experiência docente. Quando a professora nos falou sobre sua formação, falou também sobre sua afinidade e afetividade com a docência:

*“Sou Licenciada em Química e Doutora em Química Orgânica. Toda a minha formação é na área de Química Orgânica. Química Orgânica é a ‘minha praia’, mesmo. É minha especialização. Sinto prazer em ensinar. Sinto dever de passar o que foi me proporcionado ter aprendido”* (professora Fabiana).

As aulas desta disciplina ocorreram em dois âmbitos: sala de aula teórica e laboratório de química. A docente comenta que esses são os ambientes mais comuns para essa disciplina: *“as aulas geralmente ocorrem na sala de aula teórica e no laboratório. Faço algumas dinâmicas nesses ambientes de aprendizagem, geralmente”*. Ela também comenta que *“quando sobra carga horária”*, leva os estudantes para o laboratório de informática *“para ensinar a construir moléculas em softwares gratuitos, como ChemDraw e Chems sketch (...)”*, mas que nem em todo semestre é possível.

Os estudantes que cursaram essa disciplina apresentavam interesses iniciais na disciplina como lembrar o básico sobre química orgânica e realizar um aprofundamento, com o objetivo de construir *“uma base muito boa”* (Carlos). Os estudantes desejavam *“entender conceitos mais aprofundados”* (Luana) do que já compreendiam, *“aprimorar os conhecimentos para ser bom profissional”* (Kauan) e agregar à sua formação, uma vez que entendiam que a Química Orgânica 1 é uma disciplina muito abrangente. O perfil dos estudantes da disciplina foi descrito da seguinte forma pela docente:

*“Nós temos dois perfis de estudantes: um que terminou o ensino médio e já entrou direto e um que demorou mais para entrar na faculdade, terminou o ensino médio faz tempo. O primeiro perfil tem um embasamento melhor e, portanto, acompanha melhor. Ele fez Química Geral e foi bem. Então, quando chega em Química Orgânica, ele vai bem. O segundo perfil tem maior dificuldade, o que torna a sala bem heterogênea, na minha experiência. Mas isso é relativo de ano para ano. Essa sala, atualmente, está bem homogênea. Todos os alunos têm o mesmo perfil, terminaram faz pouco*

*tempo o ensino médio, fizeram Química Geral e entraram em Química Orgânica” (professora Fabiana).*

Notou-se na fala acima que a docente faz uma sutil relação entre bom desempenho em Química Geral e um bom desempenho em Química Orgânica 1, e que os estudantes que ingressaram no Ensino Superior pouco tempo após se formarem no Ensino Médio geralmente têm um melhor desempenho.

Sobre o embasamento teórico da docente para a preparação de suas aulas, a professora diz consultar livros e resumos pessoais, que foram desenvolvidos com base em *“livros clássicos”*. Ela cita os renomados autores de livros-textos *Solomons* e *Paula Bruice* como principais referências de consulta.

As aulas da disciplina ocorreram, predominantemente, com utilização de quadro branco, pincel atômico e apagador como recursos educacionais (RE) de suporte, além de frequente emprego de listas de exercícios. A professora explicita que suas aulas são em lousa, e que não adota slides nem apostila, apenas recomenda consulta a referências disponíveis na biblioteca. Ela destaca, e de fato isso foi bem observado ao longo do acompanhamento, que tenta usar bastante cor na lousa e nos desenhos que faz nela. Usa canetas com cores diferentes e afirma que sua aula *“é pura lousa”*. Sobre sua abordagem e seleção de recursos educacionais (RE) para ministrar a disciplina de Química Orgânica 1, a professora fez as seguintes considerações:

*“Eu acho que a Química Orgânica, de forma basal, do jeito que é QO1, deve ser conduzida mais no papel, mesmo, e em lousa. Talvez, um vídeo para explicar um ataque e abordar essa questão de profundidade (3D). Mas, eu acho que na Orgânica 1 o ensino clássico ainda é mais adequado. Acho que Química Orgânica 1 deve ser ministrada em lousa. Eu acho que Química Orgânica sem lousa ‘não vira’. Se for ministrar aula com slides, tem que mesclar com a lousa. Penso que deve haver adequação ao cotidiano do aluno. Ele precisa ver uma aplicação/utilidade para aquilo. E Química Orgânica 1 possibilita muito isso, pois há funções orgânicas em toda parte. Podemos falar sobre suas propriedades físicas utilizando muitos exemplos. Assim, é necessário e possível trabalhar com contextualização nessa disciplina e, também, desenvolver atividades práticas com os estudantes. Acho que é eficiente a dinâmica de fazer: teoria, prática/lista e fechamento, para uma avaliação periódica, fazendo uma discussão e devolutiva para o estudante (correção e direcionamento). Se necessário, voltar a discutir em lousa exercícios e tópicos, indicando onde o estudante errou. Acho muito importante os fechamentos feitos desta forma” (professora Fabiana).*

Essas características foram bastante evidenciadas durante a observação das aulas. Ao longo da maioria de suas discussões, a docente procurou falar de formas

mais descontraídas e buscando aproximação com a realidade dos estudantes. A exemplo disso, pode-se citar falas da professora exemplificando aplicações de compostos orgânicos em produtos de higiene, cosméticos, combustíveis, farmacêuticos etc., composição biológica, além de reflexões sobre contextos ambientais, econômicos, entre outros, que abordava com certa frequência. Assim, notou-se uma oratória bem adequada à realidade daqueles estudantes, e sua abordagem ofereceu muita exemplificação e contextualização dos temas tratados.

Em sua prática habitual na disciplina, logo no início, a docente relata que se preocupa em retomar conceitos anteriores à disciplina pois entende que são fundamentais para o bom desenvolvimento desta, e aproveita para fazer verificações iniciais sobre o que ela chama de *domínio* dos estudantes:

*“Nos primeiros dias de aula, eu costumo fazer uma varredura sobre os conhecimentos prévios dos alunos. Antes de entrar nos tópicos de Química Orgânica, eu trabalho assuntos de Ligação Iônica, Ligação Covalente, Modelo Atômico, Estrutura Eletrônica, Características dos átomos... Eu faço uma lista de exercícios com esses assuntos para verificar o domínio desses conhecimentos prévios pelos estudantes. Eu corrijo questão por questão com eles. Ainda não conheço os estudantes por nome, mas, já vou indicando na hora que entrego as notas da Lista, e isso já me traz uma percepção sobre conhecimento deles”* (professora Fabiana).

Este panorama, assim como outros pontos que serão mencionados mais adiante neste texto, permitiram perceber que a condução da disciplina tem sido feita por profissional experiente e especialista na área, com muita dedicação e amor à sua prática, empregando uma abordagem contextual, problematizadora, integradora e que procura extrair o máximo do ambiente em que as aulas ocorrem, bem como promover boa utilização do tempo de aula, incluindo discussões de exercícios, problemas, esclarecimento de dúvidas etc., com atenção ao nível de conhecimento e à realidade dos estudantes que ingressam nessa disciplina. A abordagem geral dos temas introdutórios da Química Orgânica, realização de atividades lúdicas, boa relação com os estudantes, desenvolvimento bem planejado de atividades em laboratório e incentivo e apoio ao aprimoramento docente dos estudantes, inclusive de forma multidisciplinar, foram constatações muito importantes que também foram identificadas ao longo da disciplina.

Assim, compreendeu-se que esta disciplina tem contribuído de forma significativa para uma formação contextualizada, integral e motivadora dos estudantes, impactando, ademais, na permanência dos estudantes nestes cursos.

Entretanto, foi percebida certa separação entre conhecimento pedagógico e conhecimento pedagógico de conteúdo, que é pontuada mais adiante neste texto.

Diante deste contexto, é importante esclarecer que essa investigação procurou observar com mais rigor a seleção e utilização de ferramentas culturais utilizadas ao longo desta disciplina, numa perspectiva sociocultural (Oliveira, 2018; Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019; Oliveira; Mortimer, 2022; Pereira; Ostermann, 2012; Vigotski, 2009; Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998) e em especial em discussões relacionadas a propriedades tridimensionais das entidades químicas. Assim, prezou-se em explorar com mais ênfase estas questões, no sentido de tentar contribuir para que esta disciplina e, oportunamente, disciplinas correlatas, possam ser desenvolvidas de forma ainda mais otimizada e alinhada com a realidade e demandas dos estudantes. As críticas e sugestões deste trabalho, portanto, visam fomentar discussões, reflexões e, eventualmente, ressignificações sobre as ações mediadas nas situações de ensino e aprendizagem que envolvam as abordagens mencionadas. Isto posto, nos parágrafos que se seguem, apresentam-se as percepções, descrições, considerações e discussões neste sentido.

A maioria dos estudantes afirmou, nos momentos iniciais da disciplina, que a utilização de imagens, vídeos, simulações e atividades práticas, aqui compreendidos como recursos educacionais (RE), são desejáveis no ensino de química e facilitam sua aprendizagem. Comentários genéricos como *“o ensino de química fica melhor quando associado à utilização de imagens, vídeos, aulas práticas, simulações etc.”* (Pedro) são representativos destas afirmações. Portanto, para estes estudantes, a utilização destes recursos facilita as abstrações durante seu aprendizado. Ademais, eles expõem certa demanda por recursos que permitam que eles sejam mais *ativos* no processo de ensino e aprendizagem. Recursos que os auxiliem a *“ver”* (Sthefani) e possibilitem *“fazer/experienciar/manipular”* (Sthefani). Sobre este assunto, destacam-se os seguintes trechos de falas de alguns estudantes:

*“minha compreensão é melhor quanto mais prático e visual for o conteúdo”*  
(Artur).

*“a gente precisa muitas das vezes pra gente poder entender algo melhor, a gente acaba precisando ver, precisando ter um contato melhor”* (Artur).

*“brinquedos maleáveis\* para demonstrar os níveis de energia dos orbitais (geometricamente)”* (Kauan).

\*entendemos, aqui, *“maleável”* como *“manipulável”* e/ou *“plástico”*, no sentido de possibilidade de alteração de forma

Eles manifestaram, também, que:

*“só olhar, não consigo. A minha imaginação já não é tão boa para isso. Se eu pegar e eu fizer, ver tudo que acontece e eu fizer tudo acontecer, aí eu consigo imaginar. Aí, depois disso, fica na minha cabeça. Aí, se me perguntar: ‘-Ah, eu sei como que é tal, tal’. Mas (apenas) olhando, eu tenho mais dificuldade”* (Sthefani).

*“Acho mais fácil quando está manipulando o objeto, porque na lousa você não tem muita noção (...) Mesmo usando eixos, você não tem muita noção de como realmente é. Agora, quando você vê ali no 3D aí você já consegue entender melhor a profundidade e tudo”* (Gabriela).

Percebe-se nos comentários dos estudantes que eles identificam que apenas elementos como desenhos em lousa e atividades mais *passivas* são insuficientes para que possam compreender efetivamente os conteúdos relativos à química, que exigem certo grau imaginação, muitas vezes intangível sem o auxílio de recursos auxiliares, como imagens, vídeos, simulações, objetos manipuláveis etc. Eles destacam, com bastante ênfase, que atividades em que participam de modo mais ativo, e com utilização destes recursos, possibilitam melhores condições de aprendizagem.

Oliveira e Mortimer (2022) afirmam que, sob uma ótica Vygotskiana, a utilização de recursos educacionais (RE) por docentes é uma ação mediada muito comum em sala de aula, sendo que “tal prática é geralmente integrada à ação performática de professores, potencializando a comunicação de conhecimentos no ato de ensinar” (p.2). Comentam também que “o uso de RE é automático, pois, muitas vezes, ocorre sem que o professor reflita sobre o que está fazendo” (Mortimer e Quadros, 2018 *apud* Oliveira e Mortimer, 2022, p. 2).

Estes autores elencam duas categorias principais de RE, apresentadas por Oliveira e colaboradores (2019 *apud* Oliveira e Mortimer):

1. meios mediacionais, termo cunhado por Wertsch (1998), que na Educação se refere a RE imbuídos de significados que influenciam diretamente na ação, tais como modelos moleculares (MM) e aparatos experimentais;
2. meios usados como suportes materiais, que servem como *apoio* para que um meio mediacional seja usado, como, por exemplo, lousas, cadernos e aparatos de projeção de imagens (Oliveira *et al.*, 2019 *apud* Oliveira; Mortimer, 2022, p.2).

Em atenção a estes aspectos, verificou-se que a docente, embora apresentasse grande apreço em ministrar suas aulas predominantemente em lousa, reconhece a necessidade de variações de recursos educacionais tendo em vista limitações para abordagens de alguns temas: “*quando eu não consigo representar de*

*forma 3D, aí eu faço uso dos meios mais tecnológicos: mostro um vídeo, um modelo molecular. Consigo mostrar, mesmo, e o aluno constrói ligações etc.”* (professora Fabiana). Além disso, por contar com a possibilidade de utilização de laboratório (Figura 4), a docente complementa que “(...) *em laboratório também, pois se eu estou falando de alguma vidraria ou mudança de cor, por exemplo, melhor levá-los ao laboratório do que representar na lousa*”. Desta forma, a professora percebe, principalmente, limitações visuais de suas discussões em lousa, e utiliza outros recursos que têm à sua disposição.

Figura 4 – Momentos em laboratório de química, durante a disciplina de Química Orgânica 1



Fonte: Registros feitos pelo autor

Sobre os aspectos visuais ao longo da disciplina, os estudantes comentaram:

*“A questão que mais pegou assim em questão de visual é a hibridização (...) ela (a professora) pegava a lousa inteira para mostrar e foi bem visual mesmo. Ela desenhava os orbitais e também teve as das práticas, né? Também foi algo visual, e isso facilitou, sim, porque não tem como a gente imaginar só de falar, né?, a gente também precisa ver”* (Priscila).

*“(...) ela também passou um slide de como acontecia uma interação intermolecular, né? O movimento dos orbitais das moléculas e eu acho que isso também é interessante. (...) eu tive aula também com outro professor, que mostrava os orbitais através de bexiga, que eu também consegui identificar muito e também me ajudou muito na questão da orgânica”* (Priscila).

*“Visual seria que nem você visualizar a molécula, né? Porque se às vezes você só falar só ali no papel você não consegue visualizar. Agora, se ela traz de um jeito mais lúdico, fala da profundidade (...) porque quando eu entrei, eu não sabia desse negócio de profundidade. A professora desenha bastante, também usa bastante desenhos na aula. Tive um programinha também que ela apresentou, que mostra bem o jeito que a molécula é composta”* (Gabriela).

Verificou-se aqui que alguns estudantes, mesmo já no final do segundo ano do curso, não tinham conhecimento das propriedades tridimensionais das entidades químicas: *“(...) eu não sabia desse negócio de profundidade”* (Gabriela). Além disso, as falas acima evidenciam que os estudantes passaram a alcançar uma melhor percepção sobre os aspectos dos orbitais após terem contato com ferramentas mais lúdicas e táteis, como a prática com jujubas e atividade com bexigas em disciplina correlata. Portanto, de acordo com os referenciais utilizados para análise (Oliveira, 2018; Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019; Pereira; Ostermann, 2012; Vigotski, 2001; Wertsch; Del Rio; Alvarez, 1998), a mediação destes temas utilizando estes meios mediacionais, possibilitou aos estudantes superarem os limites das ferramentas mais tradicionais e adquirirem melhor domínio.

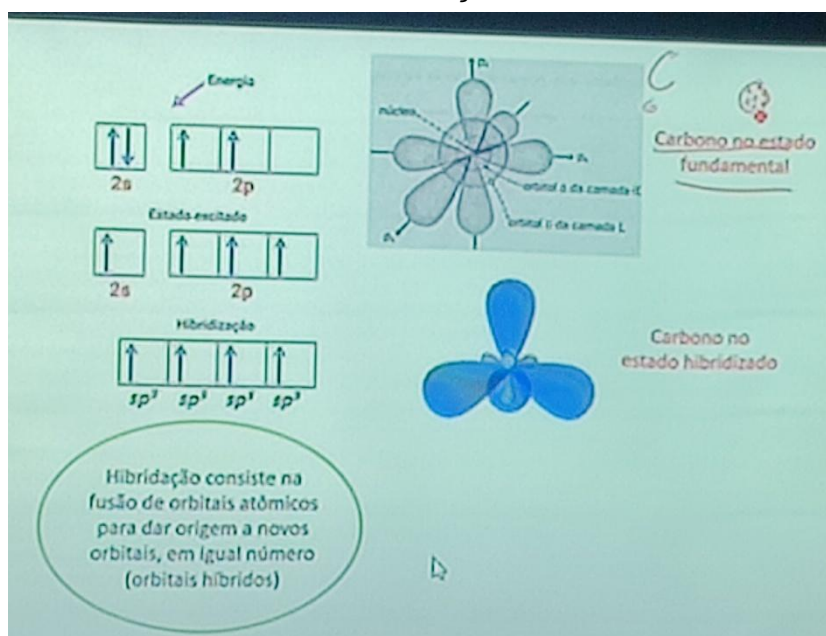
Outro ponto relevante, aqui, é sobre a emergência da temática *hibridização* como um tema de grande dificuldade na disciplina. Em trecho acima, uma estudante destaca que a professora usou a lousa toda para a abordagem do assunto. Neste episódio, a professora fez, posteriormente, complementações com *slides*.

Os episódios que envolveram a abordagem do tema *hibridização*, nas primeiras aulas ministradas pela professora na disciplina, de fato despertaram certo estranhamento, bastante perceptível, nos estudantes. Ficou bem evidente na expressão da maior parte dos alunos a grande dificuldade acerca do tema. Suas perguntas também explicitaram seus estranhamentos. A docente já esperava alguma

dificuldade sobre este assunto. Em geral, tanto na abordagem inicial sobre hibridização, como as discussões iniciais que passaram a envolver aspectos tridimensionais das entidades químicas, percebemos dificuldades por parte dos estudantes em assimilar tais conteúdos apenas com os desenhos feitos no quadro branco pela professora, como ocorreu durante sua abordagem daquele tema, comumente realizada usando “caixinhas” que comportam elétrons *emparelhados* ou *desemparelhados*, e que envolveu algumas indagações sobre aspectos tridimensionais pelos estudantes.

Após fazer as representações em lousa e dialogar com os estudantes sobre estas representações, a professora ligou o computador e o *datashow* para mostrar algumas imagens relativas aos conceitos que estava abordando (Figura 5). Esse complemento apresentou certo caráter ilustrativo, buscando, em nossa visão, suprir uma limitação visual percebida naquela abordagem. Além disso, embora a introdução deste meio mediacional na sua ação possibilite uma melhor visualização do que a agente (professora) gostaria de explicitar, ele ainda pareceu limitado para auxiliar os estudantes a compreenderem aspectos como tridimensionalidade e profundidade. Como será apresentado mais adiante, a inclusão de recursos educacionais táteis (por exemplo, bexigas) na ação mediada para abordagem destas questões parece ser interessante para superar estas dificuldades.

Figura 5 – Imagens projetadas pela docente durante abordagem sobre o tema *hibridização*



Fonte: Registro feito pelo autor

Isso pôde ser evidenciado na fala de um dos estudantes, apresentada a seguir:

*“Houve a solicitação de alguns alunos que não conseguia visualizar somente no quadro com aquela ilustração. A professora usou alguns exemplos nos slides, também. Em questão de Datashow. Acho que isso ajudou a fazer aquela imagem na mente do aluno” (Matheus).*

*“Durante esse semestre, ocorreu bastante dúvidas assim, de alguns alunos na questão da visualização. Nem todos conseguiam visualizar os eixos em que as estruturas estavam inseridas. (...) eles pediam para a professora uma outra forma de demonstrar aquelas estruturas, e a professora tentava ‘se virar nos 30’ e demonstrar de algumas outras maneiras. Algumas vezes tentava redesenhar, uma outra vez ela também tentou fazer com estruturas moleculares com jujuba e palito de dente, né? Então, dá pra mostrar ali os orbitais, a ligação simples e dupla e tripla” (Matheus).*

Neste cenário, identificou-se que a ação mediada empregada pela professora, utilizando-se de escrita e desenhos em lousa como meios mediacionais predominantes, estava apresentando uma limitação evidente, e demandando, com certa frequência, a inclusão de uma nova ferramenta cultural para uma melhor eficiência na abordagem. A fala do estudante apresentada acima ilustra como a incorporação de novos meios mediacionais na ação mediada da docente foi auxiliando no entendimento dos conceitos relacionados, especialmente sobre os aspectos tridimensionais que permeavam aqueles assuntos.

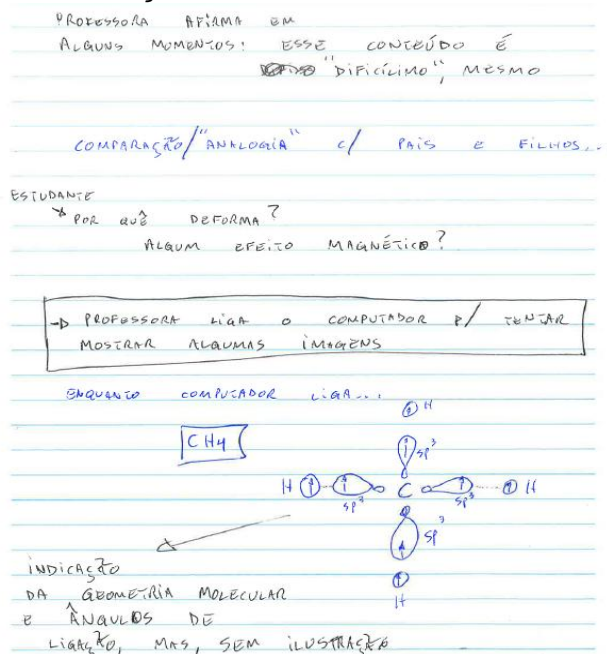
A professora precisou destinar bastante tempo, e de forma insistente nesses assuntos, que de fato não são tão simples. Porém, a apresentação de certas imagens, antes ou conjuntamente com as representações em lousa, poderiam ter proporcionado menos frustrações e otimização da abordagem deste tema. O uso, desde este momento, de objetos tridimensionais manipuláveis pelos estudantes também poderia ser um elemento de grande valor no sentido desta otimização.

Identificou-se manifestação da professora quando abordou esses assuntos, em certo momento, como *“esse conteúdo é difícilimo, mesmo”* (Figura 6), o que pode, sob certo ponto de vista, estimular os estudantes a se desafiarem em dominar tal assunto ou, até mesmo, se sentirem mais tranquilos caso tenham dificuldade neste, uma vez que, na percepção da docente, ele é normalmente difícil, mesmo.

Percebeu-se, ainda, que, embora a professora tenha realizado muitas ilustrações em lousa (Figuras 6 e 7), ela não realizou muitas considerações tridimensionais das entidades apresentadas. Oportunamente, alguns ângulos de ligação eram indicados, porém, sem uma representação tridimensional, de fato, das

entidades (Figura 6), embora em utilização conjunta com objetos “adaptados”, como pincéis atômicos. Ou seja, cabia aos estudantes imaginarem as “*distorções*” que aquelas ligações, apresentadas ali em  $90^\circ$  (Figura 6) sofreriam e como seriam seus arranjos tridimensionais, de fato. Neste sentido, chama-se a atenção para esta dinâmica com a preocupação de que não é interessante deixar essa tarefa de *imaginação* e “*conversão*” estrutural para os estudantes, ao menos nestes momentos iniciais, uma vez que estes explicitam grandes dificuldades em imaginar os objetos tridimensionalmente e, não raramente, possuem dificuldades em alguns domínios da matemática elementar (tais como geometria espacial). Assim, o estudante pode encontrar grandes dificuldades em fazer essas considerações de forma autônoma e com representações em que se encontra de forma mais passiva.

Figura 6 – Notas do autor sobre um momento de ensino e aprendizagem envolvendo abordagem de *hibridização* e de estrutura de uma molécula orgânica

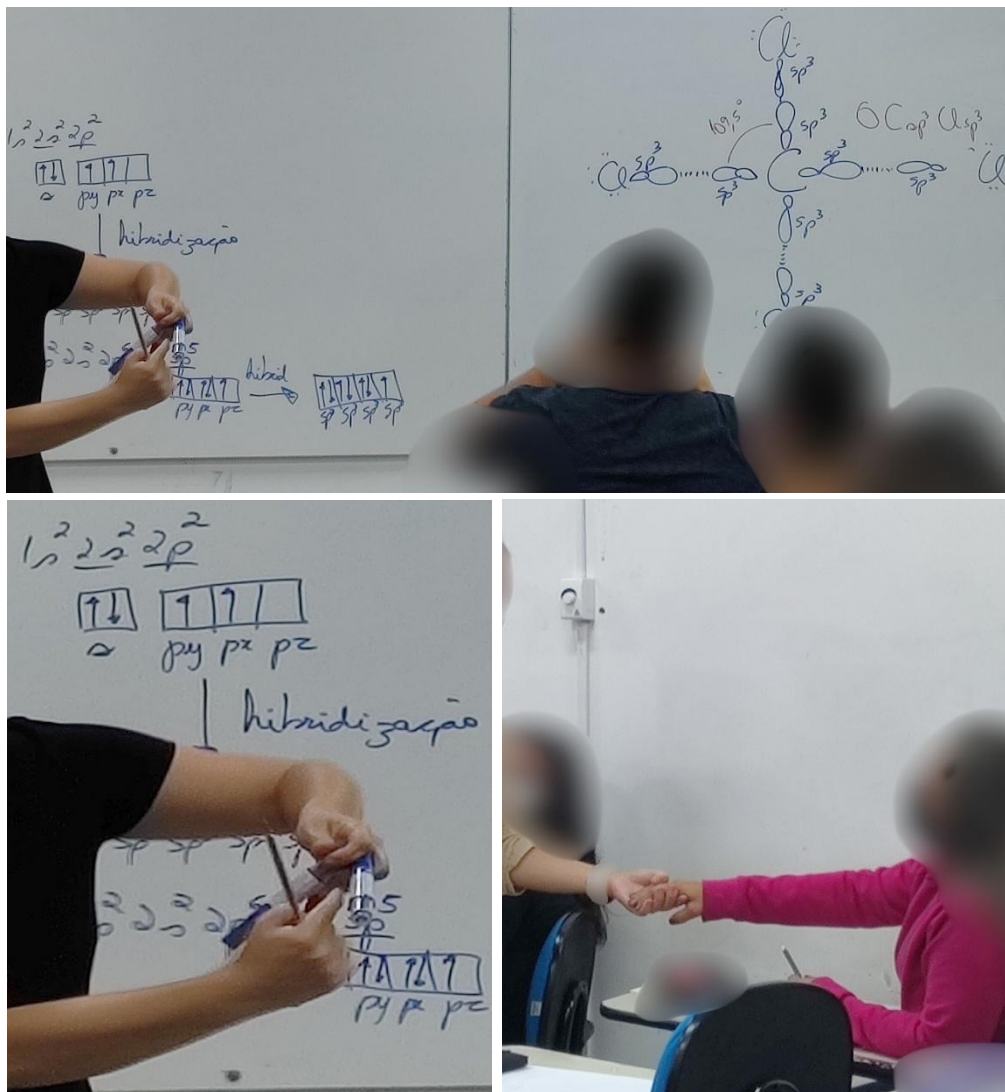


Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: Contém anotações sobre falas e comportamentos de estudantes, além de notas de aula

A professora também fez amplo uso de gestos, bem como utilização do próprio corpo no intuito de ilustrar algumas representações de entidades químicas e suas propriedades, além do emprego de materiais disponíveis no ambiente, tais como pincéis atômicos, como recursos educacionais (RE) alternativos em certos episódios de ensino e aprendizagem. As imagens a seguir (Figura 7) ilustram alguns destes momentos.

Figura 7 – Emprego de objetos alternativos como recurso educacional



Fonte: Registros feitos pelo autor

O conjunto de observações e falas, tanto de estudantes como da docente, permitiu identificar que, embora a professora tenha feito uso destes recursos alternativos às suas ferramentas educacionais predominantes (quadro branco, pincel atômico e apagador), eles foram utilizados, durante as discussões destes temas, de formas mais pontuais e, muitas vezes, aparentando certo improviso. Em trecho de fala de um estudante, apresentada anteriormente, ele faz referência a situações em que a professora teve que “se virar nos 30” (Matheus) no sentido de buscar outros recursos, aparentemente não selecionados para ser utilizados naquelas situações, mas foram inseridos pela professora na tentativa de esclarecer melhor algumas questões com o que tivesse à sua disposição. A fala a seguir ajuda a ilustrar, também, este tipo de ação:

*“Quando ela explicou a parte das moléculas que ela usou as canetas pra explicar. Queria usar com bexiga, mas aí no momento ela não tinha a bexiga. Queria até pedir emprestado pro professor, mas não foi possível no momento, mas ela utilizou as canetas pra mostrar o ângulo de cada molécula (...)” (Lais).*

Na perspectiva que buscou-se analisar estas situações, entendeu-se que elas ilustram as *affordances* deste tipo de ação. A professora dispunha no ambiente de materiais como os pincéis atômicos e, no contexto apresentado, estes materiais foram empregados como meios mediacionais não mais com os seus propósitos mais singulares (no caso do pincel atômico: escrever em quadro branco), mas foram ressignificados na ação mediada para auxiliar na abstração de conceitos relacionados à disposição tridimensional das entidades químicas em estudo. Caso a professora tivesse conseguido utilizar as bexigas, poder-se-ia interpretar do mesmo modo, uma vez que se estaria diante do mesmo tipo de propriedade destas ferramentas culturais, denominada de *spin-off* (Oliveira; de Sá; Mortimer, 2019).

Esta não é uma prática negativa, e nem incomum ou indesejável na atuação docente. Ao contrário, a professora tinha como um de seus pontos mais fortes essa motivação em ajudar os estudantes a aprenderem, sem medir esforços. No entanto, apresenta-se uma reflexão sobre essas ações com um olhar sobre o planejamento docente: percebeu-se ter havido muitos momentos que demandaram certos improvisos pela docente que, se em sua prática habitual houvesse a incorporação de recursos educacionais complementares, como algumas imagens, vídeos e, principalmente, objetos materiais tridimensionais manipuláveis, de forma mais antecipada e frequente, tais improvisações poderiam ter sido dispensáveis, e haveria certa otimização de tempo de aula, bem como maior eficácia na aprendizagem.

Talvez a docente tenha presumido que, com o conhecimento (domínio) que os estudantes apresentavam naquele momento, seriam capazes de fazer as associações necessárias a partir dos recursos que adotou em suas ações mediadas para compreender adequadamente os conceitos abordados, especialmente com relação aos temas envolvendo tridimensionalidade de entidades químicas. Porém, verificou-se que estes recursos se mostraram frequentemente insuficientes e/ou limitados para muitos daqueles estudantes naquele momento. Assim, entendeu-se que eles ainda não apresentavam domínio suficiente sobre aquela linguagem envolvendo tridimensionalidade (ferramenta cultural) que possibilitasse a eles realizarem adequações visuais e imaginárias, a partir daqueles recursos, de forma mais autônoma. Compreendeu-se que eles demandavam a utilização de meios

mediacionais que permitissem uma melhor visualização desde as primeiras abordagens desta temática, que poderia ser realizada em associação com a abordagem em lousa (talvez isso fosse até desejável, para favorecer o estabelecimento de relações entre as diferentes linguagens), e, preferencialmente, envolvesse aspectos táteis e/ou interativos. Concorde-se, aqui, inclusive, com autores que entendem que, após contato adequado com este tipo de meio mediacional, nas ações mediadas do processo de ensino e aprendizagem, os estudantes podem alcançar domínio e apropriação suficientes para serem capazes de realizar aquelas relações de maneira mais autônoma, posteriormente, mesmo sem a disponibilidade de tais meios mediacionais táteis (Gois; Maioralli, 2021).

É importante destacar, também, que este tipo de abordagem deve envolver alguns cuidados estéticos, uma vez que os meios mediacionais empregados não oferecem muitas propriedades compatíveis com o que se quer apresentar, requisitando um breve, mas importante, diálogo sobre as limitações destes meios durante a ação mediada que os envolve a fim de evitar o surgimento de concepções alternativas. Pesquisas como a de Gois e Maioralli (2021), por exemplo, indicaram que ferramentas culturais como modelos moleculares comerciais, se mostraram mais eficazes quando comparados à modelos improvisados pelos estudantes, com utilização de canetas, mãos etc. para resolução de problemas associados à estereoquímica de moléculas orgânicas.

Para estes autores:

As experiências estéticas dos alunos de cursos superiores de Química com as representações químicas são fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem. A literatura da área e nossos dados mostram que apenas mera visualização dessas estruturas moleculares deixa os estudantes em uma situação de impasse sobre como proceder em diversos tipos de atividades que envolvem os aspectos tridimensionais das estruturas moleculares. São necessários materiais que possibilitem a construção e manipulação material dessas estruturas por parte dos estudantes (Gois; Maioralli, 2021, p. 17).

No trabalho destes autores, nota-se também que atividades em grupos, que possibilitem o diálogo entre os estudantes para a resolução de problemas, bem como a utilização de materiais mais apropriados para representações tridimensionais (meios mediacionais), tais como modelos moleculares comerciais, oferecem melhores condições para o domínio adequado da linguagem química relacionada a este contexto (Gois; Maioralli, 2021).

Desta forma, é feito aqui um convite à reflexão sobre a utilização destas ferramentas como complemento e/ou ilustração mais “passiva” durante abordagens mais tradicionais, uma vez que podem não alcançar alguns dos objetivos a que se propõem (oferecer melhores condições de abstração, por exemplo), especialmente diante das demandas e conhecimentos que os estudantes parecem apresentar quando ingressam em disciplinas como Química Orgânica 1.

A seguir, destaca-se um dos momentos que foram bastantes assertivos no que se refere a abordagem de questões de tridimensionalidade e representação na disciplina de Química Orgânica 1 investigada. Após o avanço dos conteúdos mais introdutórios da disciplina, a professora programou uma atividade com os estudantes que vai totalmente ao encontro dos cuidados mencionados. Esta atividade consistiu em solicitar aos estudantes a construção de moléculas, na sala de aula, com utilização de jujubas (que seriam representações para os átomos, com cada cor e sabor representando um átomo em específico) e de palitos (que seriam representações para ligações químicas entre os átomos). Tal prática possibilitou um exercício ativo de todos os estudantes, bem como fomentou o diálogo entre eles e a professora a fim de dominarem adequadamente a linguagem química relacionada. A Figura 8 ilustra algumas cenas deste episódio.

Figura 8 – Prática com *palitos* e *jujubas* em sala de aula para a construção de moléculas orgânicas



Fonte: Registros feitos pelo autor

Estes objetos alternativos, em especial, por não apresentarem restrições angulares como os modelos moleculares comerciais, permitem maior liberdade angular para construção das estruturas solicitadas. Assim, notou-se limitações e potencialidades na escolha de ação mediada com este tipo de meio mediacional, como, por exemplo, maior possibilidade de concepções alternativas (limitação) mas, também, uma oportunidade de se desenvolver as noções de geometria, uma vez que os ângulos de ligação deverão ser estruturados pelos próprios estudantes (potencialidades). Destaca-se, novamente, a relevância deste tipo de atividade, que engloba aspectos táteis, e promove o engajamento e diálogo entre os envolvidos.

A professora comentou, durante nossa entrevista, que:

*“Toda vez que for trabalhar com hibridização, a parte de isomeria, eu vou ter que mostrar um átomo trocando pelo outro. Aí, eu utilizo, principalmente, o modelo molecular. Eu faço uso de dinâmica com modelo de jujuba e palito de dente, para eles assimilarem melhor questões de ângulo de ligação e não tornar a parte de geometria tão abstrata.*

*Apresento, também, algumas imagens e vídeos (em Datashow) para mostrar, por exemplo, que numa SN2 o ataque do nucleófilo acontece por trás. Mostro alguns vídeos para eles verem essa rotação 3D, porque isso eu não consigo fazer na lousa. Assim, eu faço uso, também, da tecnologia para que eles visualizem melhor essas configurações” (professora Fabiana).*

Compreende-se que a referência que a professora fez à abordagem do tema hibridização, na fala acima, foi em associação com temas da química orgânica que são discutidos levando em consideração conceitos de hibridização, e não sobre a revisão feita no início da disciplina. Sobre as complementações que a professora menciona, percebeu-se que elas foram feitas, talvez com mais frequência do que durante as aulas, em plantões de dúvidas (que não acompanhamos) e por envio de sugestões de vídeos, *softwares*, simulações etc. pela professora em grupo de *whatsapp* que fazia parte junto com os estudantes (e que também não tivemos acesso). Enfatiza-se que, tendo em vista as dificuldades percebidas nos estudantes sobre as questões tridimensionais, pode ser que seja interessante um aumento na frequência de uso destes recursos nas aulas de Química Orgânica 1, e que estes possuam características interativas (e não apenas ilustrativas).

Acerca de práticas como essa, Gois e Maioralli (2021) retomam a importância das habilidades visuais no ensino de Química e afirmam que

estudantes em todos os níveis de aprendizagem deveriam realizar atividades de ensino em que a manipulação de estruturas tridimensionais e a

visualização de suas respectivas representações estivessem presentes (Gois; Maioralli, 2021, p. 3).

Na visão destes autores, ainda,

A formação de professores de Ensino Básico em Química, é importante viabilizar a compreensão da natureza particulada da matéria, bem como a compreensão correta dos fenômenos em nível molecular. Nesse sentido, a compreensão correta das representações químicas favorecerá a aprendizagem das demais concepções químicas (Gois; Maioralli, 2021, p. 4).

Gois e Maioralli (2021) elencam alguns trabalhos que evidenciam a superação de concepções alternativas de estudantes por meio de atividades envolvendo práticas similares às da professora Fabiana, ou seja, que promoveram a construção de representações moleculares e discussões em grupo sobre as estruturas montadas. Gois e Maioralli também mencionam pesquisas que sugerem que essa construção ativa pelos estudantes leva a um melhor entendimento conceitual (Gois; Maioralli, 2021).

Além disso, no levantamento realizado por estes autores, verificou-se que atividades que explorem as percepções táteis para a compreensão de aspectos tridimensionais das representações de moléculas apresentaram-se mais eficazes a longo prazo (Gois; Maioralli, 2021). Acerca deste ponto, eles comentam que “é possível que após realizarem as atividades com modelos moleculares, tendo desenvolvido domínio da ferramenta cultural, os estudantes não necessitem mais utilizá-los em atividades similares” (Gois; Maioralli, 2021, p. 16), como de resolução de problemas relacionados, por exemplo, em que, inicialmente, recorreriam a modelos moleculares.

Assim, é interessante que atividades como a que envolveu as jujubas e palitos sejam desenvolvidas de forma mais antecipada e com mais frequência na abordagem dos assuntos que envolvem *estereoquímica* em disciplinas de Química Orgânica 1 e em disciplinas similares. Não necessariamente com os mesmos materiais, mas com recursos educacionais que permitam, assim como estes, o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais mais cedo e de forma mais eficaz.

Oliveira e Mortimer (2022), em pesquisa sobre uso de modelos moleculares por professores de Química no Ensino Superior, que envolveu docentes de disciplinas de Química Geral (em abordagem de Geometria Molecular), Química Inorgânica 1 (envolvendo introdução ao estudo de complexos de coordenação) e de Química

Orgânica 1 (no ensino de Estereoquímica), identificaram, no grupo de professores investigado, implementação e aumento no uso de modelos moleculares em suas aulas ao longo de sua carreira docente, e como essa implementação fomentou melhorias no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo, também, para tornar as aulas muito mais interessantes. Estes professores também enfatizam como acham importante que os alunos se envolvam de modo ativo durante ações mediadas com utilização deste tipo de recurso educacional e destacam a relevância de um meio mediacional com propriedade tátil neste contexto.

Ainda na pesquisa mencionada, constatou-se que alguns professores dizem ter começado a utilizar modelos moleculares após constatarem grande número de reprovação em disciplinas ministradas anteriormente sem a utilização deste recurso. Eles relatam como sua utilização parece ser fundamental em disciplinas que envolvam abordagens de aspectos tridimensionais das entidades químicas, pois auxiliam de forma bastante impactante no melhoramento da sua visualização. Uma das professoras nesta pesquisa relata que percebia que os estudantes não conseguiam desenhar as estruturas apenas com a projeção de imagens em suas aulas (Oliveira; Mortimer, 2022).

Outro relato importante de mencionar sobre a pesquisa de Oliveira e Mortimer (2022), é o de que uma das docentes diz fazer uso dos modelos apenas “lá na frente” (p. 14) (em referência às suas aulas), e sentiu a necessidade de adaptar para um uso mais “ao longo do tempo” (p.14) (de forma mais frequente e menos pontual, no nosso entendimento). Alguns professores mencionam, também, que no início de suas práticas com modelos, utilizavam materiais adaptados, como palitos, bolas de isopor, canetas etc., e, eventualmente, pediam emprestado modelos moleculares comerciais de colegas. Posteriormente, decidiram adquirir *kits* comerciais e utilizá-los de forma mais habitual em suas aulas, e de modos em que os estudantes participassem de alguma forma ativa e engajada nas ações mediadas com estes objetos.

Já se destacou a importância e os impactos positivos do desenvolvimento das abordagens com os recursos educacionais mencionados. Neste sentido, foram selecionados comentários de estudantes, que são apresentados a seguir, para destacar algumas considerações que estes fizeram sobre essa prática em sala de aula, bem como a incorporação, em termos de prática profissional, que pensam em realizar desta e de outras ações docentes:

*“a bexiga, ela mostra mais os orbitais, e a jujubas, ela fala mais sobre o átomo, né? Mas também é muito interessante. Foi bem legal essa aula (...) deu para visualizar bastante” (Priscila).*

*“Ela (a professora) trouxe um pacote de jujuba e palito de dente. Aí, ela deu uma molécula e aí você tinha que montar essa molécula com as jujubas e o palito de dente. Aí, cada jujuba era uma (...) tipo assim: o carbono era uma cor, oxigênio era outra cor de jujuba. Depois, no final, podia comer a jujuba” (Gabriela).*

*“Ela também mostrou bastante modelinho (...) molecular, sabe? (...) Esses são os instrumentos que eu usaria” (Priscila)*

*“Se não me engano ela usou, pelo menos nas aulas que eu vim. Eu vi ela usando um que foi para estrutura orgânicas. Ela usou aquele modelo bola e bastão” (Suelen).*

*“Eu já tinha visto os outros professores usarem. Então, eu acho que ajuda bastante na visualização das moléculas, porque a na parte de ligações duplas elas não têm rotatividade. Então, só vendo, os alunos não conseguem perceber isso. Nos modelos 3D, conseguem perceber, porque elas não rodam. As ligações duplas. Então, acho que ajudou na estrutura, na abstração do conteúdo” (Suelen).*

*“Através das gominhas e dos palitos que a gente, ia montando. Então, acho que ajudou a gente a visualizar melhor a quantidade de cada coisa que ela pediu. Então, eu acho que ajudou sim a forma que ela trabalhou com isso. E também teve outro que ela mostrava as cadeias  $sp^2$ , tudo bem certinho mesmo. Então, acho que ajudou bastante sim” (Nathália).*

*“Eu acho que algumas técnicas que ela usou, se eu um dia chegar a da aula, eu vou lembrar dessas manobras que ela teve para aplicar para os meus alunos. Porque o projeto lá da jujuba, foi muito legal. Acho que foi uma forma muito legal de a gente visualizar, de fixar aquela função” (Kelly).*

*“Eu acho que usaria que dá pra você ver Em 3D a molécula. Esses recursos. Tem vários: a jujuba, a bexiga, entre outros” (Gabriela).*

*“Tem também uns que é próprio, né? Aquelas pecinhas, também. Acho legal isso daí” (Gabriela).*

*“eu acredito que o aluno, ele vai visualizar melhor dessa maneira, ele vai conseguir enxergar que tipo de geometria é aquela molécula” (Laís).*

Nos comentários acima, feitos pelos estudantes, alguns mencionam que a professora levou modelo molecular em uma das aulas para que pudessem conhecer este tipo de meio mediacional. A representação com a bexiga foi utilizada por um professor de outra disciplina, mas citado pela docente, também. Os estudantes conseguiram fazer relações entre a disciplina em que foram utilizadas as bexigas pelo professor e a disciplina de Química Orgânica 1. Estes comentários, que também foram percebidos em momentos informais, denotam como a organização curricular e a boa mediação dos docentes de diferentes disciplinas desta instituição têm fomentado positivamente as relações pedagógicas de conteúdo, contribuindo para que esses estudantes reconheçam seus objetos de estudo de maneira menos segmentada e

sejam mais capazes de conectar ideias e internalizar mais adequadamente significados relacionados à área de estudo em que estão inseridos (Quadros; Almeida; Dias, 2017; Quadros; Silva; Mortimer, 2018).

Nota-se certa tendência em assimilar e reproduzir, ao menos no início de sua carreira docente, as práticas de ensino adotadas por seus professores.

De acordo com Pimenta e Anastasiou (2010 *apud* Oliveira, 2018), muitos professores exercem atividades docentes provavelmente reproduzindo a prática dos professores que tiveram durante suas experiências como estudantes. Dessa maneira, o processo de “imitação” de aulas com abordagem tradicional, nas quais o professor se preocupa principalmente com conteúdos, condena o estudante a uma posição secundária (p. 12).

Os estudantes, em sua maior parte, manifestaram não perceber incentivo ao uso de TDIC<sup>1</sup> durante as aulas, o que, de acordo com as observações e acompanhamentos destas, não ocorreu com frequência, de fato, ao menos neste âmbito (como já mencionado, a docente fazia sugestão de alguns *softwares* e *aplicativos*, por exemplo, em ambientes alternativos, como plantões de dúvida, *whatsapp* etc. Porém, o que se aponta, aqui, é sobre a ausência da utilização destes recursos, e de sua discussão, em sala de aula, durante as aulas habituais). Respostas de estudantes afirmam que: *“Não houve incentivo ao uso de TDIC durante as aulas”* (diversos estudantes).

Todavia, embora alguns deles tenham comentado sobre o desejo de que tivesse havido maior uso de TDIC durante a disciplina, ressaltam aspectos que julgaram muito positivos acerca do uso predominante de quadro branco, pincel atômico e apagador, pela professora:

*“A docente utiliza apenas lousa e não usa slides. Isso chama a atenção dos alunos e ajuda no aprendizado. As atividades práticas também chamaram minha atenção”* (Sthefani).

---

<sup>1</sup> Durante os diálogos com os participantes desta pesquisa, utilizamos o termo TIC. Todavia, esclarecemos que o significado do termo TIC foi interpretado por nós e pelos participantes como referente ao que, na realidade, é atribuído ao termo TDIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) O termo TIC se refere, mais formalmente, às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que se relaciona ao agrupamento de ferramentas que abrange tecnologias mais antigas (tais como jornal, televisão, mimeógrafo, fita cassete etc.). Já a sigla TDIC, diferentemente das TIC, corresponde às ferramentas que fazem uso principalmente de tecnologias digitais, como computadores, *tablets*, *smartphones* etc. que permitam acesso à internet (Leite, 2022) Nossos questionamentos e respostas dos participantes trataram, portanto, do que mais formalmente deve ser indicado como TDIC. Assim, embora nos questionários e respostas constem o termo TIC, fizemos a adequação desta sigla para a apresentação e discussão de nossos resultados, empregando a referência mais apropriada para o significado do que foi dialogado com os participantes.

*“Ela é um tipo de professora que não usa slide. Ela usa lousa. Então, me chamou atenção nisso, porque a maioria dos professores hoje em dia dá aula a base de slide. E, assim, na minha opinião, uma aula de slides você está dando mais um seminário do que uma aula mesmo” (Sthefani).*

O fato de a docente utilizar predominantemente quadro branco, pincel atômico e apagador em suas aulas foi uma das características que os estudantes mais apreciaram em sua prática, e relacionam essa característica com domínio da professora e percepção de confiança no que está sendo ministrado por ela. Isto pode ser percebido nos recortes:

*“Eu percebo que a professora tem muito domínio do conteúdo” (Suelen).*

*“A docente apresentava domínio, fazia verificação de dificuldades, passava lista de exercícios, A docente dominava o conteúdo, aplicava listas de exercícios em aula. Tudo isso passava confiança de que ela era uma professora qualificada. Docente usava aula em lousa, com muitos exercícios para fixação” (Bruna).*

*“Eu vejo que a Fabiana domina muito o conteúdo. Ela não usa slides. Então, muitos professores às vezes eu acho que com medo de se perder no assunto, eles usam muito slides e acaba ficando ruim as aulas, né? Mas a Fabiana não. Ela como (...) ela tem domínio pelo (...) pela matéria que ela tá ensinando. Então, a gente se sente confortável fazer alguma pergunta porque sabe que ela vai responder. Ela sabe o que ela tá falando” (Suelen).*

*“Tem professor que não te abre aulas pra exercício, pra explicar ali junto com você. Então o que me chama muito atenção nela mesmo é que cada matéria que ela dava, já vinha logo acompanhada de uma lista de exercício. Então, isso é muito importante mesmo! Porque tem matéria, por exemplo, que a gente não tem contato nenhum com exercício, com lista, nada. Então, isso ajuda muito” (Nathália).*

*“Ela vai nas mesas. Eu acho que o fato dela ir na mesa e te ensinar o passo a passo, eu acho que ajuda bastante porque tipo, você tirar (...) eu mesmo tenho muita dificuldade em fazer pergunta no meio de todo mundo que eu tenho medo de perguntar abobrinha. Então quando ela vem na minha mesa, aí eu não tenho mais medo de perguntar. Qualquer coisa que eu perguntar ela vai, ela vai me ensinar ali ninguém vai tipo tá rindo de mim ou tá comentando alguma coisa por cima” (Bárbara).*

Compreende-se que a afinidade dos estudantes com essa metodologia da docente pode ter relação, entre outros fatores, com a velocidade com que os conteúdos foram desenvolvidos pela docente com a utilização das dinâmicas e recursos mencionados. Neste sentido, entende-se que a abordagem do conteúdo em lousa favoreceu um andamento em um ritmo mais adequado àqueles estudantes e permitiu a eles acompanharem o desenvolvimento dos raciocínios de forma mais eficaz, visto que mencionam professores que ministram aulas em slides e como isso não é produtivo para eles. Isto se relaciona às considerações feitas Silva e Arroio

(2023), uma vez que estas abordagens (aulas em slides) colocam o estudante em uma posição muito passiva na dinâmica de ensino e aprendizagem e, ainda, ocorrem em uma velocidade que compromete a qualidade da internalização daquilo que tratam. Assim, a abordagem dos assuntos introdutórios da Química Orgânica aos estudantes participantes desta pesquisa, entendidos aqui como estudantes iniciantes, foi realizada de modo respeitoso à carga cognitiva destes naquele momento (Alves *et al.*, 2017).

Sobre a escolha da professora por não utilizar TDIC com frequência em sua prática, entende-se que isto faz parte de uma série de ponderações que cada docente realiza alinhadas a seu planejamento para o desenvolvimento de uma disciplina, e leva em consideração, também, aspectos como familiaridade e afinidade com recursos mediacionais característicos. Contudo, verificou-se que os estudantes da disciplina acompanhada trouxeram certa demanda pela inclusão de outros meios mediacionais que talvez possibilitassem a aquisição de maior *domínio* sobre alguns assuntos abordados, em especial, no início da disciplina, e comumente relacionados a aspectos tridimensionais. Assim, compreende-se que a utilização de certas ferramentas culturais, tais como TDIC, que permitam construção e visualização de entidades químicas tridimensionais, principalmente nestes momentos, poderia contribuir para a otimização das respectivas ações mediadas.

Segundo Leite (2022), nos últimos anos, o uso de TDIC no ensino tem crescido de forma exponencial. Contudo, diversos estudos observam certa resistência de muitos professores no uso das tecnologias digitais na educação. Uma razão comum para a não utilização destes recursos pelos professores é o comprometimento do tempo. Para este autor,

Pode levar um tempo considerável para que professores e estudantes se familiarizem com uma determinada tecnologia digital antes que possam usá-la de maneira efetiva. Também é preciso tempo para estabelecer as condições logísticas de acesso à tecnologia digital no ambiente educacional, formação inicial e continuada no uso das TDIC, mudança nas práticas pedagógicas etc.

(...) Um dos desafios que professores, escolas e universidades precisam superar está na incorporação das tecnologias digitais como algo natural no contexto da sala de aula. Elas podem ser utilizadas, pedagogicamente, quando integradas ao processo de ensino e aprendizagem de maneira proativa. O perfil dos professores associados ao avanço tecnológico e a mudança organizacional requer novas qualificações, novos conhecimentos práticos e teóricos, e uma maior capacidade de abstração (Leite, 2022, p. 21).

O autor observa que tais competências demandam a formação de um “novo perfil de professor da Educação básica e superior” (p.21),

Capaz de criar situações de aprendizagem nas quais o jovem desenvolva a capacidade de trabalhar intelectualmente, a partir do que se capacita para enfrentar as situações da prática social e do trabalho (Kuenzer, 2008, p. 28 *apud* Leite, 2022, p. 21).

Concebe-se, assim como este autor, que os professores constroem e reconstroem suas práticas de acordo com as necessidades que observam, de acordo com suas experiências e sua formação. Também se interpreta como Leite (2022) que a oportunidade para os professores inovarem neste sentido é melhor neste momento, não com a simples introdução de TDIC em suas práticas tendendo a um determinismo tecnológico, mas com usos específicos e planejados destas ferramentas (Leite, 2022).

Entende-se que vivemos em um mundo imerso nestas ferramentas e que sua utilização cuidadosa como meio mediacional na ação mediada docente pode favorecer sobremaneira dificuldades representacionais e de abstração presentes em disciplinas como QO1, além de oferecer estímulos multissensoriais e possibilitar práticas ativas e interacionais entre os estudantes, fomentando domínio e apropriação mais significativas (Leite, 2022; Pereira; Ostermann, 2012).

Podem-se citar, como possibilidades para o contexto mencionado, *softwares* de simulação, representação, de exercícios e desafios, de jogos, de programação etc. (Leite, 2022). Somada a essas possibilidades, atualmente também há a inserção de TDIC que viabilizam Realidade Aumentada (RA), consistindo, basicamente, na “sobreposição contínua de imagens virtuais geradas por computador no mundo real” (Mazzuco *et al.*, 2021, p. 402). Essas ferramentas tornam possível uma interatividade ainda maior que as mencionadas anteriormente, e, muitas vezes, com possibilidades de manipulação que se aproximam dos aspectos táteis de ferramentas físicas (Barreto; Ferreira; Santos, 2022; Mazzuco *et al.*, 2021; Nascimento; Moreira; Pizzato, 2021).

Desta forma, compreende-se, com amparo na literatura relacionada (Gois; Maioralli, 2021; Leite, 2021, 2022; Mantovani, 2013; Mayer, 2021; Oliveira; Mortimer, 2022; Pereira; Mortimer; Moro, 2015; Pereira; Ostermann, 2022; Wertsch; del Rio; Alvarez, 1998; Vigotski, 2009) e na realidade observada nesta pesquisa, que combinações dos recursos educacionais mencionados, tais como, lousa, TDIC selecionada(s), objetos físicos com propriedades táteis, de forma planejada, frequente

e que coloquem os estudantes em posição ativa, desafiadora e interativa (tanto em relação aos meios mediacionais mencionados como em relação a seus colegas e professores), possibilitam uma otimização ímpar, e talvez fundamental, em processos de ensino e aprendizagem envolvendo conceitos com alto grau de abstração, como entendemos ser os que enfocamos neste trabalho.

Apontamentos importantes dos estudantes se referem, também, à frequente utilização de exercícios em sala de aula pela docente e sua constante verificação e devolutiva, assim como à sequência didática que ela empregou ao longo da disciplina, respeitando os limites e progressão da aprendizagem daqueles estudantes:

*“A docente tinha uma sequência lógica que facilitou o aprendizado” (Matheus).*

*“Ela tem uma dinâmica na qual ela começa dando a teoria, falando um pouquinho das coisas mais básicas e depois indo para as coisas mais complexas. E com isso sempre, o que eu sempre senti que foi: ela sempre deixou os alunos muito à vontade caso precisassem tirar qualquer dúvida, entendeu?” (João).*

*“Docente ministrava aulas com progresso de dificuldade adequado (indo de conteúdos mais fáceis para os mais difíceis)” (João).*

*“Docente explica aplicando atividades em sala e ajudando individualmente os(as) estudantes nas mesas” (Bárbara, grifo nosso).*

Destaca-se aqui um importante aspecto já citado: a utilização do momento de aula para o desenvolvimento das atividades da disciplina. A professora conseguiu explorar muito bem o tempo disponível neste sentido, considerando a realidade dos estudantes matriculados na disciplina, que em sua maioria trabalham durante o dia e dispõem de pouco tempo extraclasse.

A abordagem gradativa dos conteúdos pela docente, com verificações de aprendizagem constantes, associadas à *feedbacks* para os estudantes, foi uma prática perpetuada ao longo de toda a disciplina pela docente, e que, na voz dos estudantes, também foi um ponto muito importante para o acompanhamento dos assuntos.

Nas falas dos estudantes sobre esta característica, é comum a identificação de aspectos afetivos e emocionais, que sugerem grande afinidade entre estudantes e a docente, que se preocupava legitimamente com a realidade destes estudantes:

*“A docente era apaixonada pela matéria e por ensinar. Isso despertou meu interesse” (Priscila, grifo nosso).*

*“Docente compreendia as realidades dos(as) estudantes em sala de aula” (Kelly, grifo nosso).*

*“A docente apresentou empatia com os estudantes” (Laís, grifo nosso).*

Ela trata com *“Leveza em temas difíceis”* (Artur, grifo nosso).

*“Ela é bem animada, é enérgica eu acho que traz uma coisa boa, né? Dá vontade de você aprender também, porque às vezes o professor chega com aquela cara, né? Explica com aquela vontade, ela não. Todo dia ela tá feliz, né? E ela também interage com a turma, né?”* (Gabriela).

*“Eu acho que tipo, a maioria dos professores não entende essa realidade nossa. Aí, tipo assim, a gente vem aqui, a gente trabalhou o dia inteiro, a gente tipo, tem um monte de coisa e ficar levando sabe, pra entregar, sabe? Num (sic) é compatível com a nossa realidade. E tipo, e ela faz a lista e entrega na sala, é (...) tem dúvida é tudo em sala de aula, tipo ela é (...) só os relatórios de laboratório só, que era para entregar e ela foi super flexível quando a gente falava que não podia. “-Ai, pode entregar?”, “-Ah pode, só me entrega em tal dia”. Então tipo era tipo muito maleável tipo combinar as datas é (...) entrega”* (Kelly).

A dinâmica de aulas descrita, associadas à empatia e sensibilidade da professora em relação à turma, em nossa visão, impactaram positivamente na motivação e persistência dos estudantes na disciplina de Química Orgânica 1, e colaboraram de maneira fundamental para que os estudantes transcendessem às dificuldades dos temas que esta disciplina naturalmente impõe:

*“Não é à toa que você pegar a taxa de desistência da matéria dela e pegar de algumas outras matérias, você vai ver que é muito menor, entendeu? Pelo fato dessa dinâmica que ela faz, entendeu?”* (João).

*“O jeito que ela dá aula, pelo amor que ela fala, você consegue se sentir preso e com vontade de aprender. Isso foi essencial para mim”* (Priscila).

Associada a essa característica, foi possível evidenciar a relevância da disponibilidade da docente para auxiliar, orientar e colaborar com os estudantes:

*“E, também, a Fabi, a gente tem contato com WhatsApp. E ela deixou essa abertura. Então, quando surge dúvida, lógico que ela não responde na hora, mas se você mandar ali, depois você tem um feedback tranquilo”* (Kelly).

Estas características têm sido reportadas na literatura como componentes importantes para processos de ensino e aprendizagem no ensino superior ocorrerem de forma bem-sucedida (Quadros; Mortimer, 2014, 2016). Portanto, entende-se que todos estes aspectos atitudinais que foram identificados nos comportamentos da docente em relação aos estudantes durante a disciplina, aos quais se dirigia pelos seus respectivos nomes, procurando envolver a todos quando desenvolvia suas

explicações, realizando questionamentos, esclarecendo e valorizando de forma gentil e solícita as dúvidas que os estudantes manifestavam, bem como estimulando estas manifestações.

Na perspectiva sociocultural que procurou-se avaliar essas identificações, as relações mencionadas tornam-se ainda mais relevantes para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem, tendo em vista o entendimento de que “a consciência individual passa pela atividade social coletiva” (Quadros; Mortimer, 2016, p. 638). Sobre isso, compactua-se com o entendimento de que

Tratar os estudantes pelo nome, valorizar os comentários desses estudantes, perceber e considerar suas dificuldades e manter uma postura mais voltada aos estudantes são evidências de que a maior parcela de atenção de professores (bem-sucedidos) se dirige aos estudantes e não exclusivamente ao conteúdo. Consideramos que a atenção desses professores com os estudantes é uma estratégia afetiva que pode produzir bons resultados em termos de aprendizagem, na medida em que valoriza o estudante e, provavelmente, auxilia na implementação de um ambiente mais afetivo (Quadros; Mortimer, 2016, p. 637).

Quadros e Mortimer (2016), ressaltam que

Ambiente afetivo em sala de aula representa não apenas relações de amizade e sim tarefas adequadas às possibilidades do estudante, atenção às suas dificuldades e problemas, auxiliando sempre que for necessário. Portanto, entendemos que não basta apenas oferecer o espaço/tempo de participação. Tendo a oportunidade de participar, o estudante precisa se sentir à vontade para isso, falando, fazendo perguntas e expondo seus pontos de vista (Quadros; Mortimer, 2016, p. 637-638).

Diante do exposto, nesta pesquisa foram percebidas características de um ambiente afetivo ao longo do desenvolvimento da disciplina de Química Orgânica 1, fomentado pelas ações da professora Fabiana, que certamente colaborou para a permanência dos estudantes nesta disciplina e superação de dificuldades que encontraram em seu percurso.

No balanço sobre sua experiência na disciplina, os estudantes afirmaram que:

*“Antes eu não tinha noção sobre moléculas orgânicas, tipo eu sabia o que era coisas orgânicas, mas antes eu não sabia como se dava a criação dessas moléculas e como que era a estrutura delas, tanto as especificidades das moléculas, que antes eu só pensava que era a molécula orgânica, e agora eu conheço essas propriedades por trás delas” (Suelen).*

*“A gente veio do EAD e tipo, esse primeiro ano no presencial pra gente foi um choque de realidade bem traumatizante, até. E orgânica foi a única matéria que eu fiz a prova sabendo do que eu estava fazendo. Sabendo que eu estudei para aquilo e eu tinha capacidade de desenvolver. Então, para mim,*

*foi uma das matérias, uma das únicas, que fluiu. O processo foi delicado, mas deu certo.*

*A nossa base com Química Geral tinha sido mais fraca por conta do EAD. E toda hora que precisava voltar, precisava lembrar, ela não mediu esforços para a gente compreender a matéria” (Kelly).*

Além de, novamente, enaltecer os esforços e comprometimento da docente com suas dificuldades, é importante notar que estes estudantes foram impactados com a imposição do *Ensino Remoto Emergencial (ERE)*, devido à Pandemia do coronavírus, que emergiu em 2020. Assim, como uma das estudantes menciona, há uma percepção de que a disciplina de *Química Geral* que eles cursaram, de forma remota, pode ter impactado a aprendizagem de certos conceitos básicos, de domínio minimamente desejável ao cursar a disciplina de *Química Orgânica 1*.

No início deste texto, foi mencionada certa relação de interdependência que a professora faz entre *Química Geral* e *Química Orgânica 1*. Sobre isso, ressalta-se uma das falas da docente com relação à importância que esta atribui à *Química Geral* para o bom aproveitamento de *Química Orgânica 1*:

*“Se o aluno não faz Química Geral, é (...) realmente ele não tem um embasamento. Ele não (...) não (...) não consegue acompanhar a disciplina, porque falta tudo, não consegue falar sobre uma ligação iônica, ligação compartilhada (...). É (...) parte de vidraria no laboratório, síntese, extração. Para abordar Hibridização de compostos orgânicos é necessário que o aluno saiba o que é hibridização. Se ele não sabe fazer uma distribuição de Lewis, se ele não tem base de Química Geral, ele não consegue compreender esses temas. Então é necessário voltar nestes assuntos” (professora Fabiana).*

Ela pontua, também, que, quando há a necessidade de retomar muitos conceitos básicos, pode haver um comprometimento do desenvolvimento dos temas mais relacionados à disciplina em si:

*“Quando eu discuto hibridização para explicar reações orgânicas, eu tenho que retomar assuntos como estrutura de Lewis, distribuição eletrônica, diagrama de Pauling... Aí, perde-se o conteúdo de Química Orgânica para dar Química Geral” (professora Fabiana).*

A professora pondera, entretanto, que, embora os estudantes habitualmente apresentem dificuldades em *Química Geral*, e que, tais dificuldades vão impactar no aproveitamento em *Química Orgânica 1*, ela considera algo muito pontual e que é possível contornar estas situações. Ela destaca, também, que os estudantes do curso costumam apresentar maiores dificuldades em matemática:

*“Os estudantes têm dificuldade em Química Geral. (...) Se eles não fizeram uma Química Geral bem feita, eles vão ter dificuldade em Química Orgânica. Mas isso é muito pontual. Eu acho que a Química Orgânica não é uma disciplina que tem tantos problemas assim. Acredito que se o estudante entrar determinado ele consegue evoluir  
Eu percebo que os estudantes têm muita dificuldade em matemática, mas pelo perfil da Química Orgânica (não tão exata), eu percebo que eles conseguem caminhar na disciplina”* (professora Fabiana).

Ao final da disciplina, os apontamentos dos estudantes sobre os temas que sentiram mais dificuldades na disciplina foram muito diversos. Entretanto, foram identificados muitos apontamentos acerca do tema *hibridização*, como já mencionado. Alguns estudantes indicaram sentir certa sobrecarga, entretanto, mais relacionada à sua realidade (trabalhadores) e pelo volume de conteúdo para gerenciar em certos momentos do semestre, juntamente, inclusive, com o de outras disciplinas.

*“Eu tenho matérias que eu já sabia, mas, hibridização, por exemplo, você tem que passar bem detalhado, bem devagar. Se passar correndo, não aprende”* (Gabriela).

*“Sobrecarregado não, mas a gente teve que dá uma pegadinha, ali. Uma dedicada exclusiva, ali pra matéria, né? Porque a gente tem que estar em contato ali com aquele, com aquela matéria, com aquela disciplina pra gente conseguir internalizar aquilo”* (Matheus).

Os temas que os estudantes acharam mais interessantes ao longo da disciplina também variaram bastante, porém, curiosamente, com maior menção a *hibridização* e *mecanismos de reações orgânicas*. Apesar de considerarem ter enfrentado muitas dificuldades, identificamos afirmações como: *“foi a matéria desse semestre que mais me agradou em relação à matéria que a gente teve”* (João).

Os estudantes interpretaram que sua *capacidade de visualização* foi *requisitada* ao longo da disciplina, uma vez que afirmam:

*“a química orgânica exige muita imaginação do estudante”* (Matheus) e, também, que *“pois a compreensão das funções orgânicas e da hibridização demanda visualização dos compostos e suas ligações”* (Artur).

É comum nas falas destes estudantes a menção que fazem ao desenvolvimento da *imaginação nesse contexto associado à capacidade de visualização*. Isto parece indicar, portanto, que eles relacionam esta capacidade ao desenvolvimento de uma imagem mental e abstração através da linguagem, símbolos, conceitos etc. Em geral, estes estudantes perceberam que sua capacidade de

visualização foi *estimulada e desenvolvida* ao longo da disciplina de Química Orgânica 1: “*desenvolvi minha imaginação através dos desenhos*” (Sthefani).

Seus apontamentos sobre temas de maior dificuldade estão alinhados às percepções da professora, que descreveu:

*“Nessa turma atual, eu percebi que os estudantes tiveram muita dificuldade em hibridização. Talvez, devido a uma defasagem oriunda da Química Geral. Pode ser, também, que o assunto de Modelos Atômicos e Orbitais seja abstrato para eles.*

*Mas eu já percebi desde a primeira Lista de Exercícios que esse (hibridização) foi o tópico mais abstrato para eles.*

*Eu também ministrei Química Geral, e Hibridização nesta disciplina também é um tema que os estudantes apresentam dificuldade. Acho que a questão nem é sobre Hibridização, é sobre os Modelos Atômicos, a parte de orbitais, formação de ligações, abordada de forma mais profunda.*

*A lista sobre hibridização foi a que os estudantes obtiveram notas mais baixas. (...) Eu não cobrei na avaliação, porque eu vi que era um tema que realmente precisa de aprofundamento”* (professora Fabiana).

Percebe-se que a docente identificou a existência de uma dificuldade dos estudantes (com *hibridização*) que não seria superada a tempo de uma avaliação adequada e optou por gerenciar o desenvolvimento deste assunto de uma forma alternativa (solicitando revisões e trabalhos para o final da disciplina, por exemplo, e se dispondo a esclarecer dúvidas ao longo do semestre).

Todavia, chama-se à reflexão se essa questão não poderia estar relacionada à importância que a docente atribuiu à abordagem de assuntos tridimensionais na disciplina de Química Orgânica 1. Ao longo do acompanhamento das aulas, verificou-se que a professora, embora utilizasse muitas ilustrações em quadro branco, não realizou muitas ênfases acerca da disposição espacial dos átomos nas moléculas orgânicas, como indicado nas Figuras 6 e 7. Isso não significa que tais arranjos não foram citados ou explicitados. Retrata, apenas, que a abordagem realizada pela docente não atribuiu tanta ênfase e aprofundamento a estes assuntos.

Sobre isso, a professora argumenta:

*“(...) Têm muitos tópicos que são importantes. Então numa reação SN2, por exemplo (...). Eu entendo que é importante saber que o ataque se dá por trás, mas acho que é mais importante eles entenderem que, numa reação de substituição, um grupo substituiu o outro (...) do que propriamente o arranjo que se dá do nucleófilo com um haleto de alquila”* (professora Fabiana).

Em sua concepção, “*tem coisas muito mais importantes do que essa questão da do 3D (...) do tridimensional*”.

Segundo o entendimento da professora:

*“Se saírem de Química Orgânica 1 sabendo as funções, ele tá preparado para fazer Q.O II. E das Funções Orgânicas, o estudante não precisa entrar nessas questões tridimensionais. O estudante sabendo que o Carbono tem faz ligações de forma tetraédrica já é o bastante. E você vê que é uma coisa só perto de aproximadamente 10 Funções Orgânicas.*

*É um assunto que é tridimensional perto de 10 conceitos. Então, eu acho que se o estudante não souber isso, não vai dificultar alguma coisa na vida dele. É 1 de 10. Então 10% do conteúdo programático”* (professora Fabiana).

Entende-se que as considerações feitas pela docente sobre a importância que ela atribui à abordagem de aspectos espaciais na disciplina QO1 explicitam uma concepção *quantitativa* acerca desta temática, em detrimento de seu valor *qualitativo*.

Sobre isso, compreende-se que uma maior ênfase a abordagens dos aspectos tridimensionais na disciplina em questão, e que contemple o estímulo e o desenvolvimento de habilidades visuoespaciais dos estudantes, pode facilitar e potencializar a aprendizagem dos demais temas que são discutidos em QO1 (e em disciplinas posteriores), e não competir com estes, uma vez que se entende que se trata de assuntos harmônicos e que estão diretamente interrelacionados.

Compreende-se que com maior domínio e apropriação acerca dos aspectos *estereoquímicas* dos compostos orgânicos, os estudantes podem ter melhores condições de interpretar de forma mais crítica e reflexiva, e, portanto, menos *mecanicista*, as *propriedades dos compostos orgânicos* e os *mecanismos de reações orgânicas*, que estão entre os outros temas centrais contemplados nesta disciplina.

Oportunamente, faz-se um convite à reflexão sobre abordagens como essa tendo em vista as considerações de Pereira e Ostermann (2012):

As ideias de Wertsch acerca do domínio de ferramentas culturais apontam para um importante aspecto relativo à capacidade dos agentes: o de que o desenvolvimento de certas habilidades específicas surge da experiência. Essa noção contrasta com as práticas pedagógicas tradicionais, cuja principal atividade docente é a realização de aulas expositivas. Ao invés de apenas apresentar os diversos itens do kit de ferramentas da ciência e esperar que os alunos dominem espontaneamente, o ensino de ciências deveria oferecer mais oportunidades para os alunos atuarem com essas ferramentas, seja através de debates em grupo, resolução de problemas ou atividades experimentais nos laboratórios didáticos e de informática. A sala de aula poderia ser pensada em termos de “espaço de trabalho” ao invés de ser usada como um “auditório” (Pereira; Ostermann, 2012, p. 35)

Como já mencionado, percebe-se que a sala de aula foi utilizada de forma extremamente eficaz como *espaço de trabalho*. No entanto, chama-se a atenção para a importância de se oportunizar, neste mesmo espaço, a experiência com certa

diversidade de meios mediacionais e discussões pedagógicas mais específicas de determinada área, aqui, a química orgânica. Estes temas são tratados mais adiante.

A opção da professora por não utilizar de modo mais frequente recursos como os da *jujuba* e *palitos* e/ou similares, bem como algumas TDIC que facilitem a visualização tridimensional, talvez esteja relacionada à relevância que esta atribui às discussões sobre aspectos tridimensionais dos compostos, como mencionado acima.

A professora diz que os estudantes dominam o básico acerca dos arranjos do carbono, como, por exemplo, que um carbono que faz quatro ligações simples apresenta arranjo tetraédrico, e que opta por não aprofundar muito nos aspectos tridimensionais. Ela explora representações em quadro branco (como diferentes formas de representação, cunha com traços e preenchida, fórmulas de linha etc.), mas não realiza muitas cobranças neste sentido em suas avaliações. Em diálogo sobre suas avaliações, sob essa perspectiva, ela comenta:

*“Nas avaliações eu não cobro muito sobre aspectos tridimensionais dos compostos. A avaliação é individual e sem consulta, então, para eu montar uma prova que tenha algum arranjo tridimensional é complicado para eles fazerem. (...) Não sei se eu peço nisso, mas, eu não sei se eu cobro tanto deles. (...) Eu até queria entrar nisso, mas eu acho que não dá tempo. Então, têm coisas mais importantes que eu prefiro filtrar (...) e vou discutindo nessas aulas. Como eu não entro tanto nisso, não acho justo cobrar. Então, questões sobre visualizações/percepções tridimensionais não caem tanto em prova, não”* (professora Fabiana).

As falas da professora sobre essa questão remetem a um contexto citado por Gois e Maioralli (2021), em que as habilidades visuoespaciais são comumente subestimadas no contexto escolar. Estes autores ainda destacam que

Ao considerar a formação de profissionais da Química, é fundamental o desenvolvimento de habilidades de visualização espacial e compreensão de diferentes tipos de representação de substâncias químicas. Em se tratando de formação de profissionais que atuarão em diferentes atividades na sociedade, como o ensino, a pesquisa científica, a fabricação de substâncias químicas, dentre outras, é necessário que saibam lidar de forma apropriada com a grande quantidade de representações químicas que utilizamos (Gois; Maioralli, 2021, p. 3)

Ainda sobre este aspecto, estes autores mencionam algumas pesquisas em que estudantes de ensino superior tiveram oportunidade de utilizar modelos moleculares para solucionar problemas a partir de outra disciplina de Química Orgânica, mas menos da metade utilizou. Aqueles que utilizaram, alcançaram melhores resultados. Os estudantes que não fizeram uso destes recursos relataram,

posteriormente, que “não entenderam como utilizar os modelos para resolver os exercícios ou que os modelos não seriam úteis” (Stull *at al.*, 2012 apud Gois; Maioralli, 2021, p. 5).

Pensando sobre a afirmação da professora de que: “*Química Orgânica não é tão abstrata. Com exceção de quando você vai ensinar Ligação, Ângulo de Ligação... Nestes casos, eu utilizo modelo molecular*” talvez possa haver uma divergência entre a percepção da professora sobre o que ela não considera abstrato e sobre o que os estudantes podem considerar abstrato em sua iniciação no aprendizado em química.

Esta fala da professora parece indicar um pensamento de que os estudantes poderão fazer, de forma autônoma, as adaptações, traduções mentais, considerações conceituais etc., para o aprendizado de química orgânica, a partir do momento em que experienciam a utilização de recursos educacionais, como os modelos moleculares, para o aprendizado de ligação química, ângulo de ligação etc. Ou seja, estes recursos não seriam tão mais necessários nas abordagens de química orgânica, pois o estudante seria capaz de realizar as adequações e extrapolações mentais e demais abstrações com maior autonomia.

Embora isso seja possível, como citado através dos trabalhos de Gois e Maioralli (2021), e até mesmo desejável, nem sempre é o que ocorre com todos os estudantes, como foi possível perceber nos comentários daqueles que participaram desta pesquisa. Assim, tais recursos educacionais não parecem ser dispensáveis ou menos importantes na abordagem de assuntos que se relacionam, mesmo que indiretamente, a conteúdos sobre ligação química, ângulos de ligação etc., como é o caso da química orgânica.

Sobre isso, inclusive, a professora destaca que: “*os aspectos tridimensionais estão mais presentes na Química Orgânica 1, mesmo, e não nas Química Orgânica 2 e 3*”, quando indagada sobre em qual momento do estudo da química orgânica haveria uma maior abordagem e requisição de aspectos tridimensionais.

Uma vez que há um grau de abstração importante relacionado a assuntos que são de domínios entendidos como fundamentais para as abordagens realizadas em química orgânica 1 (*ligações químicas, ângulos de ligação etc.*), então, os assuntos desta disciplina carregam de forma indissociável tal abstração, e, para além disso, inevitavelmente demandam uma abstração ainda maior, uma vez que explora assuntos com moléculas maiores, mais complexas do que aquelas geralmente

abordadas em momentos iniciais do curso, e com propriedades que dependem de fatores como sua composição e disposição espacial.

Além disso, a própria docente afirma que os aspectos tridimensionais estão mais presentes nesta disciplina introdutória de Química Orgânica, em relação às que vêm a seguir na estrutura curricular (Química Orgânica 2 e 3). Assim, essas considerações que são feitas sobre o entendimento que a docente manifestou durante a entrevista visam proporcionar reflexão acerca dos momentos em que pode ser interessante o uso de modelo molecular, tendo em vista que, como identificado nas falas dos estudantes, eles chegam nesta disciplina com muitas dificuldades relacionadas à imaginação, requisitada no aprendizado de química, e a percepções tridimensionais, demandando uso de meios mediacionais apropriados para mediar seu aprendizado.

Compreende-se, aqui, que a *estereoquímica* é um tema central para compreensão de conceitos chaves em Química Orgânica. Tendo isso em vista, parece prudente avaliar que, ao longo da maior parte das discussões em Química Orgânica 1, é bastante adequada, interessante e desejável, uma abordagem que contemple e privilegie aspectos tridimensionais das entidades químicas discutidas e, se possível, com utilização de recursos educacionais como os *modelos moleculares*, uma vez que seu uso está associado a casos de ensino e aprendizagem bem-sucedidos reportados na literatura relacionada (Gois; Maioralli, 2021; Martins; Freitas; Vasconcelos, 2019; Oliveira; Mortimer, 2020, 2022; Raupp, 2015).

A docente comenta acerca de sua preocupação sobre não haver tempo disponível para tal abordagem. Contudo, são propostas algumas reflexões sobre essa preocupação, que, oportunamente, pode contemplar docentes dessa e de outras áreas, também. Trabalhos como os de Silva e Arroio (2023) reportam que abordagens destinando mais tempo para aspectos que oportunizem visualização e participação ativa e crítica dos estudantes (como a das jujubas e palitos, em nossa pesquisa, por exemplo) têm se mostrado bem-sucedidas e benéficas, otimizando, também, a aprendizagem sobre convenções representacionais. Ainda sobre este ponto

o ritmo dessas atividades pareceu ser mais lento e ditado pelos estudantes e as representações visuais externalizadas por eles funcionaram como uma âncora para diálogos autênticos e para prover a troca de ideia, as argumentações e as correções pertinentes de forma fácil e imediata, as quais não são garantidas apenas pelo aspecto transiente da fala (Parnafes e Trachtenberg-Maslaton, 2014 *apud* Silva e Arroio, 2023, p. 2).

Em referência a animações para este tipo de abordagem, que segundo estes autores também possuem grande potencial de ensino, Silva e Arroio (2023) destacam que

para alunos iniciantes pode ser 'difícil extrair informações relevantes a um ritmo tão rápido, portanto, [esses recursos didáticos] podem exigir um ritmo mais lento ou exibições sucessivas' (Cook, 2006, p. 1083 *apud* Silva e Arroio, 2023, p.2, tradução dos autores).

Assim, depreende-se que uma abordagem mais dedicada a esses temas, com utilização recursos educacionais apropriados e incorporados de forma planejada na prática docente, seja importante, mesmo que isto implique no consumo de um pouco mais de tempo de aula, especialmente envolvendo estudantes com o perfil identificado nesta pesquisa. A professora já apresentava boa familiaridade e afinidade com meios mediacionais materiais, como modelos moleculares comerciais e adaptados. Assim, o que é sugerido aqui é uma maior exploração no uso destes recursos e em dinâmicas ativas, eventualmente combinados com recursos digitais (animações, simulações etc.), de forma planejada, tendo em vista o potencial que possuem para o ensino e aprendizagem de assuntos envolvendo *estereoquímica*, mesmo que necessitem, inicialmente, de mais tempo para seu desenvolvimento.

Desta forma, embora a decisão sobre quais ênfases e dinâmicas serão destinadas para as abordagens em aula sejam de cada docente, convida-se à reflexão sobre o fato de que, mesmo que as abordagens mencionadas consumam um maior tempo de aula, em um ritmo um pouco mais reduzido, a literatura relacionada (Gois; Maioralli, 2021; Oliveira; Mortimer, 2022; Silva; Arroio, 2021, 2023;) e os resultados deste trabalho indicam que elas têm o potencial de alcançar uma aprendizagem significativa e que, posteriormente, terão auxiliado a economizar tempo em abordagens mais complexas que requisitarão, inevitavelmente, os domínios de conceitos básicos sobre tridimensionalidade.

Neste ponto, julga-se ser importante citar, novamente, trechos de falas dos estudantes que denotam que eles mesmos, de forma indireta, reconhecem o grau de abstração demandado nas disciplinas de Química:

*"Só olhar, não consigo. A minha imaginação já não é tão boa para isso. Se eu pegar e eu fizer, ver tudo que acontece e eu fizer tudo acontecer, aí eu consigo imaginar. Aí, depois disso, fica na minha cabeça. Aí, se me perguntar: '-Ah, eu sei como que é tal, tal'. Mas (apenas) olhando, eu tenho mais dificuldade"* (Sthefani).

*“Acho mais fácil quando está manipulando o objeto, porque na lousa você não tem muita noção (...) Mesmo usando eixos, você não tem muita noção de como realmente é. Agora, quando você vê ali no 3D aí você já consegue entender melhor a profundidade e tudo” (Gabriela).*

Já foi mencionado que a professora não era muito adepta ao uso de TDIC em suas práticas, bem como, utilizou *modelos moleculares* e a prática com as *jujubas* e *palitos* de modos mais pontuais. A docente comenta que sua relação com TDIC foi melhorada durante e após a pandemia do coronavírus, devido à demanda por novas e emergenciais intervenções para manutenção da oferta de ensino, de forma remota:

*“Pós pandemia, melhorou um pouco a minha inserção nessas ferramentas (TDIC). Mas, mesmo assim, ainda está bem aquém. Para mim, o uso do celular faz com que o aluno deixe de consultar livros para assistir vídeos que nem são seguros. Então (...) sou clássica!” (professora Fabiana).*

Percebe-se na fala da docente certo apego pelas práticas de ensino mais tradicionais:

*“Eu não vejo como contar número de carbonos, utilizar setas com o uso do celular, computador. Se eu não pegar um papel físico, mesmo, e fazer as setas, colocar os pares de elétrons etc. (...) eu não vejo uma aplicação das TICs na área de Química Orgânica” (professora Fabiana).*

Contudo, ao final da entrevista, levando em consideração todo o diálogo com o pesquisador, e, provavelmente, reflexões sobre sua prática que podem ter sido estimuladas pelas perguntas realizadas, a professora pondera:

*“A última pergunta me fez pensar se, talvez, eu não poderia melhorar minhas aulas com o uso de TICs. Eu não sei como, mas, talvez, mais vídeos, mais alguma coisa do dia a dia dos alunos (...). Embora eu não ache que eles perdem o interesse na Química Orgânica por não usar os TICs. Por não usar, por exemplo, uma representação mais tecnológica. Se você ministra a teoria de forma bem explicada, pautada no conhecimento prévio do aluno e com o cotidiano dele, eu não sei se o uso de TICs proporcionaria um interesse a mais deles. Mas, sua questão me fez refletir, se eu não posso, pelo menos nas representações, adicionar alguma coisa de uso de computador para eles mesmos fazerem os orbitais no processo de Hibridização. Talvez, o computador auxiliaria a construção das representações. Me fez refletir se eu não posso melhorar nisso. Então, nessa parte, valeu disso” (professora Fabiana).*

Essa conduta se mostra muito interessante e importante, uma vez que, embora a professora não possuísse, na época de realização da entrevista, grande familiaridade e afinidade com o uso de TDIC no ensino de Química Orgânica 1, ela se

apresentava disposta a procurar refletir e ressignificar sua prática, cogitando a incorporação destes recursos educacionais a fim de ajudar a otimizar o processo de ensino e aprendizagem naquela disciplina.

Pontua-se que a professora parecia atribuir às TDIC uma função de “despertar o interesse do aluno”. Todavia, embora elas possam auxiliar nessa questão, não se entende sua função como limitada a isso. Neste sentido, a compreensão adequada de sua função (que não é simplesmente ilustrativa) e possibilidades, pode ajudar a romper barreiras que, eventualmente, possam estar dificultando ou impedindo sua maior utilização. Ademais, o destaque que a professora faz em sua fala para *“adicionar alguma coisa de uso de computador para eles mesmos fazerem os orbitais no processo de hibridização”*, reforça a percepção da professora sobre a dificuldade de ministrar esse assunto e o interesse em otimizar a sua abordagem, a fim de superar essa problemática, buscando conhecer e experienciar novos recursos educacionais (RE).

Sobre estes aspectos, concorda-se com Mantovani (2013), no sentido de que

Faz-se necessária a formação cada vez mais crítica e cuidadosa de docentes de ciências, bem como a instrumentalização desses profissionais com as novas ferramentas educacionais. Os professores precisam aprender e conhecer os recursos visuais e modelos físicos que existem, para que possam utilizá-los de maneiras eficientes e interessantes em sala de aula (Mantovani, 2013, p. 18).

Observa-se que, embora tenham sido feitos questionamentos acerca dos conhecimentos e utilização de TDIC à professora, estas discussões procuraram incorporar reflexões sobre os diversos recursos educacionais (RE) empregados pela docente, buscando compreender os motivos que levaram a uma baixa utilização, durante as aulas, de alguns recursos entendidos como interessantes e eficazes.

Diante do exposto, é interessante destacar, novamente, como as atividades envolvendo modelos materiais foram bem-sucedidas e marcantes para os estudantes na disciplina de QO1, sugerindo que uma maior frequência de atividades como essas, e que sejam inseridas de modo mais antecipado, são muito desejáveis e possuem potencial de proporcionar aprendizagens significativas neste contexto, além de ajudar a desenvolver maior domínio e autonomia nos estudantes no que se refere à linguagem química relacionada.

Paralelamente ao exposto até aqui, procurou-se identificar, também, como tem sido os diálogos entre docentes e estudantes na disciplina de QO1 acerca da

linguagem química e aspectos pedagógicos específicos nesta disciplina, especialmente pela incorporação das Práticas como Componente Curricular em sua Ementa.

Devido ao interesse em realizar uma análise relacionada à visualização no ensino e aprendizagem desta disciplina, buscou-se identificar o entendimento que os participantes faziam sobre o que é *capacidade de visualização*. Algumas respostas dos estudantes foram:

*“Capacidade de usar a imaginação/conhecimento para compreender ou entender sobre algo”* (Carlos).

*“Capacidade de imaginar, visualizar algo em outras formas, dimensões e memorizar”* (Bruna).

*“Capacidade de dar formas a coisas abstratas”* (Suelen).

*“Forma de trazer aquilo que é imaterial para nossa realidade”* (Kelly).

*“Capacidade de ver a representação e compreender”* (Priscila).

*“Capacidade de entender visualmente algo abstrato ou que não se vê claramente”* (Artur).

Os estudantes relacionaram, de forma geral, essa capacidade como sendo algo vinculado à capacidade de abstrair algo, de imaginar entidades e suas formas sem estar enxergando-as, de fato.

Já na percepção da docente, essa capacidade foi entendida como:

*“A capacidade de observação (visualização) é a capacidade de relacionar uma representação com uma teoria.  
Capacidade de dar sentido/significado a uma representação”* (professora Fabiana).

Identificou-se uma importante consideração na fala da docente, que denota a relevância da mediação neste processo de abstração, a atribuição de significado a uma representação relacionando-a com uma teoria. Nesse sentido, pode-se supor que esse elemento (relação com teorias) é fundamental para complementar a fala dos estudantes, uma vez que essa capacidade, inerente a todo ser humano, em maior ou menor grau, possibilita imaginar objetos que, especialmente em química, nem sempre estarão completamente descritos e/ou bem ilustrados através de representações materiais, falas, textos etc.

Todavia, julga-se que é parte primordial do processo de ensino e aprendizagem em química o desenvolvimento dessa capacidade com critérios adequados, aliada a discussões sobre as linguagens empregadas, uma vez que sem a correlação apropriada com critérios e teorias específicas, as percepções imaginárias que cada sujeito realiza podem destoar consideravelmente, podendo levar a compreensões inadequadas tanto sobre as características daquilo que se deseja promover melhor entendimento, como sobre os limites das representações que são comumente utilizadas em química.

Ainda neste contexto, pode-se entender que, desde sua iniciação dos estudos em Química, assim como nas ciências correlatas, os estudantes entram em contato frequente com utilização de diversos *modelos*. Assim, a interpretação sobre o que são modelos em ciência, bem como compreensão de suas potencialidades e limitações, são tão fundamentais quanto as próprias relações teóricas e práticas que estes modelos proporcionam. Diante disso, perguntou-se aos estudantes o que eles entendem como sendo *modelagem* no ensino de química. Algumas concepções apresentadas por eles, foram:

*“Modelagem é: diferentes jeitos de ensinar uma matéria na sala. Nas aulas da professora Karen (Didática) vimos alguns autores”* (Carlos).

*“Entendo que modelagem no ensino, como o ato do aluno de modular costumes e jeitos do seu professor. Tive acesso a artigos na disciplina de Psicologia da Educação”* (Suelen).

*“Entendo a modelagem no ensino de química para o aluno e para o professor”* (Bruna).

*“Entendo como moldar (melhorar, aperfeiçoar) o ensino de química (já que entendo que muitas pessoas têm um bloqueio com a química, e fazer a modelagem acredito que ajudaria com este bloqueio). Nunca tive acesso (a materiais sobre esse assunto)”* (Priscila).

Foi identificado que alguns desses estudantes apresentaram concepções alternativas acerca do que foi perguntado, confundindo o termo modelagem, mesmo tendo sido perguntado no contexto de *ensino de química*. Eles não estabeleceram uma relação com a palavra *modelo*, como esperava-se que acontecesse. Uma vez que já haviam percorrido quase dois anos do curso de Licenciatura em Química, foi suposto, equivocadamente, que essa relação fosse óbvia para eles.

Embora não tenham sido percebidos na maioria das respostas dos estudantes, alguns comentários chamam a atenção devido ao provável entendimento inadequado de alguns deles acerca das representações empregadas ao longo da

disciplina, como ilustra o comentário: “*me ajudam a entender como aquilo realmente é*” (Luana, grifo nosso), sobre a utilização de imagens, simulações, vídeos etc. no ensino de química. Este tipo de entendimento também pode levar o estudante a concepções alternativas sobre a utilização destes recursos no ensino de química, uma vez que essa fala pode significar para o estudante que certa representação ilustraria fielmente como seria uma entidade química que não se tem acesso visual direto.

Em termos de concepções sobre o que são *modelos* e se identificavam a utilização de modelos pela professora, os alunos responderam:

*“A professora utilizou o modelo bola-bastão para exemplificar as estruturas carbônicas”* (Suelen).

*“Modelos científicos são materiais de auxílio ao aprendizado. Foram utilizadas jujubas e palitos para identificar a formação de ligações químicas”* (Kauan).

*“Modelo Científico é uma idealização simplificada de algum conteúdo muito complexo”* (Sthefani).

*“Modelos entendo como modelo atômico, modelos de combinação tipo sp. Não me recordo de a professora ter mostrado”* (João).

*“Ela usou demonstrações de moléculas reais”* (Gabriela, grifo nosso).

Mais uma vez, são perceptíveis comentários que preocupam por se relacionarem, muito provavelmente, a concepções alternativas por parte de alguns estudantes, como a ideia de que teriam sido feitas demonstrações de “*moléculas reais*” (Gabriela). Também se destaca que, mesmo sendo questionados, praticamente na sequência, sobre seu entendimento sobre *modelos*, os estudantes não fizeram uma adequação no que responderam sobre *modelagem*. Ou seja, mesmo com esse sutil estímulo para relacionar *modelagem* à utilização de *modelos*, eles mantiveram suas respostas sobre *modelagem*. Observa-se que, sobre estas questões, era esperado que os participantes manifestassem concepções para *modelagem* relacionadas, por exemplo, com o entendimento de esta se tratar de um “processo dinâmico de produzir e revisar modelos” (Justi; Driel, 2005, p. 549 *apud* Mantovani, 2013, tradução da autora).

Sobre essas concepções, chama-se a atenção para o fato de discussões sobre as linguagens químicas, mesmo que de forma breve, não serem muito presentes na abordagem dos assuntos específicos de uma disciplina de química, como a química orgânica. Entretanto, talvez alguns comentários dos docentes sobre limitações e potencialidade das representações e dos recursos utilizados sejam

relevantes, tendo em vista que uma parte dos estudantes, mesmo em um momento relativamente avançado no curso, parece ainda não compreender bem as implicações dessas linguagens.

Como já mencionado, os estudantes apresentam certa tendência, especialmente no início de sua futura carreira docente, a reproduzir os padrões didáticos dos professores que tiveram durante seu período de formação, perpetuando comportamentos sutis, mas, impactantes.

Além disso, o entendimento de alguns alunos acerca do que é um modelo científico poderia ser amadurecido, gradativamente, ao longo das discussões em disciplinas básicas de Química, bem como na própria Química Orgânica 1.

Com relação a este tema, a própria docente percebeu que os estudantes apresentavam algumas limitações relacionadas a concepções sobre modelos, imagens, representações etc. e que, na sua avaliação, não seriam superadas até o encerramento de sua disciplina:

*“Eu acho que os estudantes vão concluir a disciplina sabendo bem a parte teórica de QO.*

*Acredito que sobre representação, imagens, modelos, eles não concluirão a disciplina sabendo bem/adequadamente” (professora Fabiana).*

De certa forma, ainda relacionado a esta questão, os estudantes manifestaram suas concepções acerca do que eles entendem como instrumentos visuais, sendo destacadas as seguintes respostas:

*“Eu entendo que instrumento visual é assim, vamos supor, gesto que a professora utiliza para dar aula, um jeito de falar ou então de demonstrar, para mim é um instrumento visual. Até porque a imagem da professora também tá ali, né, na sala, na frente, todo mundo tá olhando para ela. Então, se não tivesse uma professora que fica parada na sala sem se mexer, só falando, também não chama atenção do aluno” (Sthefani).*

*“A ligação, no momento que a gente escreveu na lousa: carbono se liga a hidrogênio, A letra “C” se torna carbono, a seta se torna uma ligação, e o “H” se torna o Hidrogênio. A gente aprende isso dentro dessa disciplina, mas a gente não deixa de lembrar que o “C” é a letra “C”, não é só um carbono, que a seta não é só uma ligação. Então a gente consegue discernir quando a gente aprende que o Carbono se liga ao Hidrogênio.*

*Então, a gente tendo essa prática com as jujubas, o Carbono se torna a jujuba. A ligação de Carbono e Hidrogênio se torna um palito. O Hidrogênio se torna uma jujuba de outra cor da do carbono” (Kauan).*

*“(…) A gente consegue ter uma visão porque é realmente muito difícil uma coisa que a gente não vê a olho nu” (Kauan).*

Essas respostas permitem identificar que esses estudantes fizeram uma adequada interpretação no que se referiu diretamente às representações utilizadas pela docente, como os gestos e expressões corporais que frequentemente utilizou, e em atividades que eles participaram de modo ativo, concebendo os propósitos e limitações desses recursos, reforçando que, provavelmente, o grupo de estudantes com dificuldades na compreensão adequada desta linguagem é pequeno (mas, presente).

Outro ponto de destaque, é que os estudantes não perceberam incentivo ao uso de TDIC ao longo da disciplina de Química Orgânica 1. Apesar de os estudantes relatarem ter cursado disciplina específica sobre uso de TDIC no ensino, e indicarem possuírem familiaridade sobre este assunto:

*“Possuo familiaridade. Aprendemos sobre plataformas, modelos e laboratórios online em disciplina no curso”, “Possuo familiaridade. Após a disciplina sobre TICs, foi possível conhecer algumas ferramentas para elaboração de aulas” (Artur).*

Foi percebido que eles manifestam grande dificuldade em reconhecer e caracterizar a presença ou não de instrumentos visuais nas aulas: *“slides seria um instrumento visual?”* (João), ou quando afirmam simplesmente que como instrumento visual a professora usou: *“visualização”* (diversos estudantes), *“slides como apresentação”* (João).

Isso sugere certas lacunas no entendimento e uso das ferramentas de visualização e TDIC de forma geral pelos estudantes, mesmo relatando que cursaram disciplina específica sobre este assunto. Ainda nesse contexto, os estudantes disseram que, na disciplina de Química Orgânica 1, não houve momentos de discussões acerca de utilização de ferramentas de visualização. O enfoque desta disciplina foi em seus aspectos teóricos (*conhecimento específico de conteúdo*):

*“Na química orgânica, não. Eu acredito que é porque tem outras matérias complementares, específicas pra ensino e instrumentação de química. Então, a química orgânica foi focada bem no conteúdo teórico, mesmo, da orgânica” (Suelen).*

*“Acho que as aulas que a gente teve com a professora eram mais aulas teóricas, mesmo. Na lousa que eu acho legal, também, mas eu acho que seria mais interessante se tivesse algo a mais em relação à tecnologia” (Nathália).*

Acerca desse tema, a professora menciona que:

*“Na minha disciplina eu não discuto sobre o uso de ferramentas de visualização e/ou representação. As dinâmicas que eu faço utilizando essas ferramentas, são visando sua aplicação, apenas.*

*Quando solicito para construírem modelos de moléculas a partir de jujubas e palitos de dente, eu desejo que eles reparem nos ângulos de ligação, por exemplo. Que identifiquem a geometria de uma função.*

*Eles discutem essas questões (sobre uso de ferramentas) em outras disciplinas, como Metodologia, Psicologia etc.” (professora Fabiana)*

Embora não tenha sido o principal foco desta pesquisa, por tratar-se de um curso de formação inicial de professores, optou-se por pontuar, neste texto, que se evidenciou uma ligeira separação entre os conhecimentos pedagógicos de conteúdo (CPC) e os conhecimentos do conteúdo específico neste cenário. Simplificadamente, o CPC pode ser entendido como a

(...) compreensão do que torna o aprendizado de tópicos fáceis ou difíceis: as concepções e preconceitos que estudantes de diferentes idades e contextos trazem consigo a aprendizagem dos tópicos e lições mais frequentemente ensinados (Shulman, 1986, p. 9 *apud* Goes; Nogueira; Fernandez, 2018, p. 327, tradução das autoras).

Para Shulman (2004, p. 13 *apud* Goes; Nogueira; Fernandez, 2018, p. 327), “existe um corpo de conhecimentos que caracteriza o trabalho docente como profissão, pois ‘chamar algo de profissão é assumir que há uma base de conhecimentos amplamente construídos na academia’”.

Ressalta-se que a disciplina em questão não tinha como objetivo explícito abordar os CPC. Além disso, já foram mencionadas algumas das dificuldades relacionadas ao tempo disponível na disciplina para tratar de alguns assuntos específicos a que se propõe. A abordagem daqueles conhecimentos ocorre, geralmente, em disciplinas que trazem aspectos pedagógicos como perfil principal. Goes, Nogueira e Fernandez (2018), por exemplo, identificaram como os estágios supervisionados em cursos de licenciaturas se constituem como um momento bastante relevante e oportuno para o desenvolvimento daqueles conhecimentos de forma mais aprofundada. Entretanto, em disciplinas específicas, em especial as que agregam as Práticas como Componente Curricular, os estudantes podem naturalizar, mesmo que em escala reduzida quando comparadas aos Estágios Supervisionados, contribuições acerca dos CPC através das falas e ações dos docentes.

Assim, embora existam disciplinas e momentos mais oportunos e com maior disponibilidade de tempo para aprofundamentos sobre os conhecimentos pedagógicos de conteúdo, a valorização e consideração que os estudantes

manifestaram às ações e falas da docente nas situações investigadas nesta pesquisa sugerem que eles captariam de forma muito fluida e significativa, eventuais considerações que a docente fizesse acerca de aspectos pedagógicos vinculados ao desenvolvimento de temas pertinentes à sua disciplina. As contribuições de especialista e profissional experiente na área em questão poderiam, deste modo, enriquecer de forma ímpar e impactante o CPC relacionado à disciplina de Química Orgânica, uma vez que suas discussões certamente contemplariam especificidades do ensino e aprendizagem de Química Orgânica compreendidas ao longo de sua experiência profissional. Sobre isso, destaca-se que “existe uma grande diferença entre conhecer sobre um tópico e conhecer as demandas particulares de ensino e aprendizagem daquele tópico em particular” (Bucat, 2004, p. 217 *apud* Goes; Fernandez, 2025, p. 258, tradução das autoras).

Os compartilhamentos sobre o CPC ocorreram ao longo do desenvolvimento das Práticas como Componente Curricular (que se discute mais adiante neste texto) principalmente de forma extraclasse e de forma interdisciplinar. Entretanto, apresentam-se aqui considerações no sentido de tentar integrar um pouco mais estas discussões em sala de aula, até onde for possível, levando em consideração o tempo disponível na disciplina.

Mesmo os estudantes tendo a oportunidade de conhecer sobre a utilização de recursos educacionais alternativos e complementares em disciplinas mais específicas, como a que realizaram sobre TDIC, possíveis discussões em disciplinas de Didática ou, ainda, estudando características da linguagem em ciência em outras disciplinas, por exemplo, eles parecem ser mais diretamente impactados pela utilização (ou não) e discussões (ou não) que experienciam através de docentes das áreas específicas da química em seu percurso acadêmico.

Isso não quer dizer que as disciplinas mencionadas sejam dispensáveis, de modo algum. Ao contrário, disciplinas sobre didática, recursos, metodologias, psicologias educacionais, entre outras, são alicerces fundamentais na formação de professores. Apenas frisa-se o quanto é desejável que, para além destas possibilidades, os docentes das áreas específicas da química oportunizem, também, aos estudantes, momentos de discussão sobre linguagem química em suas abordagens, conjuntamente com a apresentação e utilização de recursos educacionais diversificados, com as devidas observações já mencionadas,

considerando que os estudantes parecem sofrer uma influência especial dos professores dessas áreas mais específicas no que se refere a estes temas.

A partir das considerações apresentadas, sugere-se uma maior integração entre os conhecimentos pedagógicos de conteúdo e os conhecimentos específicos de conteúdo ao longo de toda a abordagem docente, através de curtas, mas significativas, contribuições dos docentes. A partir destas considerações, é oportuno falar sobre uma das propostas explícitas nesta disciplina para ajudar a promover uma maior integração entre conteúdos pedagógicos e conteúdos específicos: a PCC.

Essa disciplina previa, durante o período em que foi acompanhada, uma carga horária destinada ao desenvolvimento destas PCC. Quando há a presença dessas práticas em uma disciplina, segundo a professora,

*“o docente tem autonomia para fazer parceria com outro docente de uma outra área. Nesse ano, a PCC (da Química Orgânica 1) está sendo desenvolvida de forma interdisciplinar com a disciplina de Didática, com a professora Karen” (professora Fabiana).*

Quando se acompanhou a disciplina de QO1, a PCC se consistiu, resumidamente, no desenvolvimento, planejamento e realização de uma atividade, nas etapas finais da disciplina, em que os estudantes deveriam propor, formalmente, uma aula de Química Orgânica, com plano de aula, estrutura etc., bem como regência desta aula para a professora e para a turma ao final do semestre. O desenvolvimento desta atividade, seu planejamento, estudo e estruturação, se deram ao longo de todo o semestre, com o apoio das professoras de Química Orgânica e de Didática. Os estudantes puderam dialogar com ambas para o desenvolvimento e execução desta atividade, no sentido de buscar amparo de aspectos mais conceituais com uma professora (Química) e mais “ferramentas didáticas” com outra (Didática). A aula dos estudantes foi gravada em vídeo e constituiu parte da avaliação referente a esta prática por ambas as professoras, que forneceram, também, *feedbacks* para os alunos sobre o que eles desenvolveram.

Sobre as PCC na disciplina, os estudantes manifestaram as seguintes afirmações:

*“Na prática entre Didática e Química Orgânica 1, a gente dá uma aula, sobre uma função específica que a gente retirou num sorteio. No caso, foi a função hidrocarbonetos” (Kauan).*

*“Em expectativa do lado profissional docente, essa Prática como Componente Curricular que tive, foi uma das melhores práticas que eu já tive*

*para dar aula. Foi muito legal. A gente está aqui para aprender. Então, quando eu fiquei na frente da lousa, apresentando o trabalho como um docente” (Kauan).*

*“É diferente quando a gente está ministrando. Então, eu me senti (...) perdi a vergonha. Porque a gente vem adaptando no quarto semestre, e o ponto principal era a vergonha, que ia ter vergonha para isso. Não tive. Então a química orgânica, e junto à didática, foi, assim, um estopim pra gente pensar na carreira profissional docente. Então foi muito legal” (Kauan).*

*“Porque a gente pega a matéria de orgânica, e a gente faz a didática. A gente faz como se a gente realmente fosse ministrar uma aula” (João).*

*“Eu falei tanto com a Fabi quanto com a Ka e elas me orientaram. eu não queria dar uma aula totalmente só expositiva, só na lousa. Então, fui orientada em questão dessa parte ilustrativa” (Priscila).*

*“Eu achei bem interessante, porque a gente conseguiu pegar a matéria de orgânica e também usar didática para apresentar a aula, e fazer o plano de aula em cima da química orgânica, que aí a matéria sozinha (química orgânica) não ia fazer muito sentido. Porque aí você tá usando a didática para dar aula de orgânica” (Gabriela).*

*“(...) ainda vai ter uma roda de conversa com as docentes, com as duas professoras, e a gente vai corrigir a minha própria aula. Eu vou assistir a minha própria aula novamente e a gente vai debater os pontos principais, os erros, os acertos (...) umas dicas, talvez” (Kauan).*

Constatou-se que a proposta da PCC nesta disciplina cumpriu um importante papel na promoção da integração entre conteúdos pedagógicos e conteúdos específicos, contribuindo para diminuição da segregação entre estes. Ademais, essa iniciativa fomenta as relações pedagógicas possíveis, além de fundamentais apoios multidisciplinares aos estudantes, que passam a compreender e valorizar a relevância de disciplinas de bases pedagógicas em sua formação docente, de uma forma harmônica e acolhedora.

Apesar deste evidente avanço no aspecto curricular (inclusão das PCC) e da forma ímpar como tem sido desenvolvida, traz-se aqui a sugestão para que, mesmo quando houver essa contribuição interdisciplinar, os docentes das áreas específicas (neste caso, química/química orgânica) manifestem com mais frequência considerações sobre aspectos pedagógicos acerca das abordagens características de sua disciplina (que, muitas vezes, carregam peculiaridades didáticas que nem sempre são contempladas nas bases gerais), bem como fomentem mais discussões no que se refere a utilização de recursos e da linguagem química (e suas limitações), pois, desta forma, entende-se ser possível cobrir algumas lacunas sutis que são percebidas na aprendizagem dos estudantes e melhorar as condições para domínio e apropriação de ferramentas por estes.

## 7.5 Ponderações derivadas das análises

A quantidade de conteúdos ministrados e o nível de aprofundamento pareceram adequados para os estudantes, tendo em vista seu perfil e grau de conhecimento prévio para cursar a disciplina. Isso indica uma boa sensibilidade da docente em perceber na turma como melhor conduzir suas aulas, tendo em vista as limitações e dificuldades dos estudantes, que eram verificadas com frequência. Após estas verificações, a professora realizava *feedbacks* aos estudantes e fornecia orientações para otimizar seu aprendizado. Os estudantes enfatizaram a importância desta dinâmica ao longo da disciplina para que conseguissem compreender e superar suas dificuldades. Eles mencionaram, também, que sentem falta deste tipo de dinâmica em outras disciplinas e que isso poderia ajudá-los nessas outras matérias, também.

Não fez parte dos propósitos deste trabalho estudar em profundidade estas características mais atitudinais e/ou as relações entre a docente e os estudantes neste trabalho. Todavia, é importante mencionar, ao menos como identificação, que características da docente, tais como, ser atenciosa, entusiasmada, motivada, segura, preocupada, motivadora, acolhedora, flexível, acessível etc., parecem ter ajudado a fomentar a construção de um bom vínculo emocional/afetivo entre ela e os estudantes, que foi fundamental para muitos deles permanecerem na disciplina. A turma confiava na docente, em seu trabalho e a valorizavam pela sua preocupação com eles. Eles se sentiram motivados a se esforçar para aprender e superar suas dificuldades. Todo esse contexto também parece ter colaborado para que os estudantes se sentissem à vontade em manifestar suas dúvidas para a docente, sem medo ou vergonha de serem julgados (o que citaram acontecer em outras disciplinas). Evidentemente, tendo em vista nosso olhar através de uma perspectiva sociocultural, as boas relações entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem certamente impactam direta e positivamente na eficácia deste.

Ainda que a docente tenha desenvolvido suas aulas com uma série de metodologias de ensino e ferramentas bastante positivas e eficientes (contextualizações apropriadas, uso de gestos, ênfases, utilização do próprio corpo como “analogias”, *feedbacks* relevantes etc.), apresentando muito domínio sobre os conteúdos, além de muito entusiasmo, empatia e preocupação com o aprendizado de todos os estudantes (o que se mostrou muito importante para a motivação destes),

em muitas situações de aula pareceu ter havido certa carência de recursos visuais que auxiliassem um pouco mais a abstração de conteúdos envolvendo visualização tridimensional de orbitais e moléculas (suas aulas eram predominantemente com lousa, pincel atômico, apagador e listas de exercícios impressa). Nesse sentido, defende-se que a introdução de alguns recursos visuais digitais gratuitos poderia ter auxiliado no desenvolvimento de habilidades visuoespaciais dos estudantes, e, talvez, de modo mais rápido e eficaz. A atividade envolvendo jujubas e palitos (materiais de baixo custo) possibilitou um apoio muito efetivo ao desenvolvimento dessas habilidades e percepções, auxiliando, inclusive, na exploração de aspectos táteis, que podem ter potencializado a internalização mais adequada de percepções tridimensionais das moléculas. Todavia, faz-se a reflexão de que esse tipo de prática poderia ter sido utilizado mais cedo e com maior frequência ao longo do semestre.

Entre os tópicos que os estudantes indicaram ter sentido maior dificuldade encontra-se a *hibridização*. Embora não seja um conteúdo específico da Química Orgânica, fazia parte da ementa desta disciplina e é entendido como um *conhecimento prévio* bastante relevante para o desenvolvimento de muitos de seus assuntos. Percebeu-se, também, que embora os estudantes tenham indicado possuir boa compreensão sobre três temas básicos de química geral, ao início da disciplina, suas respostas ao final da disciplina sugerem que estes estudantes talvez não possuíssem, de fato, grande compreensão sobre tais temas, uma vez que indicaram dificuldades que provavelmente não seriam mencionadas se tivesse havido bom entendimento daqueles, bem como concepções alternativas importantes, mesmo ao final da disciplina.

Como o semestre em que a disciplina foi acompanhada foi o primeiro em que os estudantes tiveram retorno presencial após o ERE, eles cursaram disciplinas de base, como *Química Geral*, de forma remota. De acordo com as respostas obtidas (estudantes citam dificuldades que experienciaram cursando *Química Geral* “EAD”), houve um certo comprometimento no aproveitamento destas disciplinas ao longo do ERE. Assim, a identificação de algumas dificuldades relacionados às teorias de ligações químicas, geometria molecular, hibridização etc., que são geralmente discutidas em disciplinas de Química Geral, podem ter ocorrido devido ao ensino ter sido inevitavelmente desenvolvido através de ERE.

A docente previa que assuntos como hibridização, apesar de presentes na ementa da disciplina, poderiam ser abordados como uma “revisão” de algo já

relativamente bem consolidado pelos estudantes. Entretanto, logo no início de seu desenvolvimento sobre este tema, ela percebeu uma série de dificuldades manifestadas pelos estudantes. A partir disso, buscou de várias formas (desenhos *bidimensionais* em lousa, *recursos visuais em Power Point* e posicionamento de pincéis atômicos) tentar ajudar os estudantes a compreenderem melhor este assunto. Essa situação consumiu certo tempo, mas a docente se sentiu motivada e determinada a ajudar os estudantes, mesmo com a demanda de mais aulas para isso. Entretanto, notou-se que, desde as discussões iniciais, muitos estudantes indicavam dificuldades em “visualizar” as características tridimensionais apresentadas apenas com os desenhos da professora em lousa e com os outros recursos mencionados. Durante e após a atividade envolvendo as jujubas e palitos de dente, essas dificuldades pareceram ter sido efetivamente superadas por boa parte dos estudantes, sugerindo que a inclusão deste tipo de recurso pode ser muito interessante na abordagem destes temas para proporcionar melhor e mais rápido domínio e apropriação.

Nesse contexto, observou-se que muitos docentes e livros-textos da área de Química Orgânica adotam uma abordagem para o desenvolvimento desta disciplina alicerçada nos conhecimentos em configurações eletrônicas e orbitais dos átomos e moléculas, bem como em teorias de hibridizações destes orbitais, visto que muitas explicações para interações químicas e físicas se dão justamente levando-se em consideração estes aspectos que, inevitavelmente, demandam uma percepção visuoespacial das entidades (arranjo de orbitais, estruturas, moléculas etc.) em estudo. A docente da disciplina investigada cita essa abordagem, inclusive, mencionando as dificuldades que podem surgir ao adotá-la. A escolha de uma abordagem que não destaque estes aspectos *tridimensionais* não é impossível e nem incorreta. Entretanto, parece trazer o risco de lacunas conceituais na base dos conhecimentos desenvolvidos, que não podem ser compreendidos em seu cerne sem tais percepções.

Mesmo que tenha havido pouca utilização de TDIC em sala de aula pela docente ao longo da disciplina, em atendimentos a estudantes (*plantões de dúvidas*) e/ou em conversas em grupo de WhatsApp da turma, parece ter havido diálogo sobre algumas ferramentas multimídia. Sustenta-se que explorar um pouco mais estas ferramentas em sala de aula, seja importante para que alcance estudantes que nem sempre poderão estar presentes em plantões e para haver momentos de diálogo

presencial sobre estes recursos, uma vez que exigem elucidação sobre suas potencialidades e limitações.

Verificou-se uma compreensão aparentemente equivocada do que são TDIC por uma parcela do grupo de estudantes, mesmo tendo cursado disciplina específica sobre este assunto durante o primeiro ano da graduação. A disciplina de Química Orgânica 1, e disciplinas introdutórias similares, permitem a incorporação do uso de algumas TDIC, o que pode favorecer tanto a abordagem de alguns temas centrais da disciplina, tais como a hibridização e aspectos estereoquímicos, como possibilitar um domínio e apropriação dessas ferramentas (TDIC) de modo eficiente, visto que percebeu-se que os estudantes não conseguiram fazer boas correlações entre o que estudaram em disciplina isolada acerca de TDIC e algumas das possibilidades que existem para seu emprego em uma disciplina específica como a Química Orgânica e, também, demandaram com frequência ferramentas complementares para conseguir “visualizar” melhor as entidades tridimensionais discutidas. Complementarmente, e de forma alguma menos importante, sugere-se, também, a incorporação de mais ferramentas táteis, sejam comerciais ou adaptadas, pois tanto os dados da presente pesquisa como a literatura relacionada têm indicado muito sucesso na implementação destes recursos nas ações mediadas com os estudantes.

Além destas questões, muitas respostas dos(as) estudantes sugerem que aparentemente eles não compreendem bem o que são modelos científicos (há indícios de concepções alternativas). A docente também compartilhou essa percepção durante a entrevista. Porém, não houve, durante as aulas acompanhadas, discussão e/ou reflexões da docente com os estudantes acerca das *linguagens* utilizadas e sobre sua utilização no ensino de Química (exemplo: potencialidades e limitações dos diferentes tipos de representações de moléculas, características de um “modelo” em química, uso de cores em livros, ilustrações etc.). A própria docente afirma que as discussões realizadas ao longo do semestre focaram nos conteúdos “puros” de Química Orgânica, o que é ainda bastante comum nos cursos de Licenciatura em Química. Entretanto, se enfatiza que é bastante desejável que, nestes cursos, os docentes procurem oportunizar essas discussões nas próprias disciplinas de Química, de forma a aproximar o conhecimento de conteúdo com os conhecimentos pedagógicos, que, muitas vezes, possui singularidades muito relevantes em cada área.

Diante disso, e levando em consideração as concepções dos estudantes sobre TDIC e seu uso em Química Orgânica, mencionadas acima, assim como as

possibilidades de se combinar estes recursos com ferramentas táteis, compreende-se que a incorporação de ações mediadas com o emprego destes meios mediacionais em aulas de Química Orgânica pode proporcionar otimização do ensino e aprendizagem de conceitos específicos fundamentais para a disciplina, além de fomentar importantes discussões entre o(a) docente desta área específica da Química e os professores em formação acerca das concepções sobre modelos em ciência, bem como sobre potencialidades e limitações do uso dos recursos acima mencionados na sua futura prática profissional. Defende-se, assim, que a disciplina possibilita essas janelas de oportunidade para discussões conceituais e pedagógicas essenciais e direcionadoras, e que, talvez, seja exatamente o âmbito em que tais discussões proporcionarão ótimos resultados pedagógicos.

A PCC possibilitou de forma bem integrada o desenvolvimento de habilidades docentes pelos estudantes, oportunizando preparo e regência de uma aula (ao final do semestre letivo) com apoio de docente da própria disciplina e de disciplina de Didática ao longo de todo o semestre. Nesse aspecto, evidencia-se que a PCC foi muito bem adequada à disciplina, contando com orientações e discussões pedagógicas (de ambas as docentes) e de conteúdo (docente de química) aos estudantes antes, durante e após a sua realização. Contudo, apesar da integração entre as disciplinas para o desenvolvimento da PCC, que ofereceu um suporte muito valioso para o desenvolvimento didático e metodológico dos estudantes, como explicitado em muitos de seus relatos, reforça-se a importância das contribuições pedagógicas específicas da área de Orgânica, o que pode ocorrer não apenas de forma pontual nos momentos de atendimento para o desenvolvimento das PCC dos estudantes, mas, através das possíveis *micro discussões* citadas anteriormente, no decorrer da abordagem dos temas da própria disciplina, tornando o processo de ensino e aprendizagem ainda mais crítico e reflexivo, em especial, com relação a considerações pertinentes sobre a futura prática docente dos estudantes.

Sobre as práticas em laboratório, percebeu-se que elas proporcionaram excelentes e importantes associações aos estudantes entre conteúdos trabalhados em aulas teóricas e percepções práticas. Embora as práticas tenham sido desenvolvidas de modo mais tradicional (não investigativo), a existência de uma parcela da carga horária destinada a aulas práticas em uma disciplina predominantemente teórica tem possibilitado uma associação menos segmentada entre teoria e prática aos estudantes, ajudando a alcançar melhor domínio pelos

estudantes sobre conteúdos e a desenvolver outras habilidades inerentes às atividades químicas, como relatórios, cuidados experimentais, segurança etc., ou seja, a dominar e se apropriar ferramentas culturais de fundamental importância para sua integral atuação profissional.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudantes ingressam na disciplina de Química Orgânica 1 apresentando algumas dificuldades sobre conceitos básicos (hibridização e geometria molecular, por exemplo) necessários para uma introdução adequada aos temas geralmente abordados nesta disciplina. Identificou-se certa demanda pelo uso de meios mediacionais que possuam caráter interativo, sejam TDIC e/ou materiais físicos e táteis, em especial no que se refere à compreensão de aspectos tridimensionais das entidades químicas em estudo para uma melhor e mais adequada assimilação pelos estudantes. Compreende-se que estes são temas (relacionados à *estereoquímica*) de grande relevância para um adequado entendimento e bom aproveitamento dos estudantes sobre assuntos da área de estudo em questão (Química Orgânica), e, portanto, defende-se ser interessante que desde o início das abordagens em disciplinas como essa ocorra a utilização destes recursos, uma vez que os estudantes ainda não apresentam amadurecimento das linguagens químicas relacionadas (domínio suficiente) ao ingressarem nelas. Ações que empreguem este tipo de mediação podem fomentar mais apropriadamente seu aprendizado nestes momentos em associação com abordagens mais tradicionais em lousa, ajudando a promover, ainda, relações entre as diferentes representações possíveis e sua adequada assimilação.

Entende-se que alguns docentes possam apresentar certa resistência na implementação dos recursos mencionados em suas abordagens, seja por sentir pouca familiaridade, apego a certas abordagens que executam a muito tempo e/ou devido à pouca disponibilidade de tempo para conhecer as potencialidades e limitações destes recursos e abordagens e se desenvolver adequadamente neste sentido. Entretanto, enfatiza-se a importância da adoção destes, em especial dos que possibilitam experiências táteis e interativas, e em que os estudantes participem de modo ativo e dialógico, pelo seu grande potencial em proporcionar uma internalização (ou domínio e apropriação, tendo em vista os referenciais teóricos adotados) mais adequada de conceitos centrais em disciplinas introdutórias de Química Orgânica, bem como em disciplinas similares, uma vez que abordagens mais tradicionais podem se apresentar, com frequência, limitadas neste quesito. Assim, postula-se que incentivos institucionais que possibilitem oferecer condições para aprimoramento profissional, tanto para o corpo docente da própria instituição em questão, como para um público

docente mais abrangente, por meio de extensão e/ou pós-graduação *lato sensu*, por exemplo, podem contribuir para oportunizar uma familiarização apropriada com estes recursos e abordagens a estes profissionais e, através destas formações continuadas, impactar os cursos de formação inicial de professores em que estes docentes eventualmente atuem.

Defende-se, também, que a implementação, pelos docentes, de mais discussões durante as aulas no que se refere à *linguagem* Química, seja bastante desejável. Percebe-se que este é um ponto muito delicado no ensino e aprendizagem desta ciência, que facilmente pode incorrer em concepções alternativas (como percebidas em algumas respostas de estudantes nesta pesquisa). Compreende-se que os docentes precisam incorporar em suas aulas reflexões sobre o uso das linguagens químicas e eventuais ferramentas de apoio utilizadas, seus significados, potencialidades e limitações, para que seu exercício profissional seja mais completo e eficaz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. R. *et al.* Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 20, n. 4, p. 1003-1017, 2014.

ALMEIDA, G. B.; BORGES, R. S.; de SÁ, E. R. Simulações Computacionais: Uma proposta de transposição didática no ensino de Química. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2021.

ALVES, M. V. C. *et al.* As dimensões da Carga Cognitiva e o Esforço Mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, Salvador, BA, v. 4, n.1, p. 2-16, 2017.

ARAUJO NETO, W. N. **Formas de uso da noção de representação estrutural no Ensino Superior de Química**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2009.

ARAUJO NETO, W. N.; VALADÃO, D. L.; LOPES, J. G. S. Uma análise semiótica Peirceana no contexto de episódios de aula de química orgânica no ensino superior. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 390-409, 2020.

ARROIO, A.; FERREIRA, C. R. Visualizações no Ensino de Química: Concepções de Professores em Formação Inicial. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 199-208, 2013.

ARROIO, A.; VRIES, M. G.; FERREIRA, C. Concepções de licenciandos em Química sobre visualizações no ensino de ciências em dois países: Brasil e Portugal. **Química Nova**, v. 37, n. 3, p. 556-563, 2014.

ARROIO, A.; SANTOS, V. C. The representational levels: Influences and contributions to research in chemical education. **Journal of Turkish Science Education**, v. 13, n. 1, p. 3-18., 2016.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRETO, A. C.; FERREIRA, L. C.; SANTOS, A. L. Realidade Aumentada no Ensino de Química: o uso da tecnologia como metodologia educacional. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, AC, v. 4, n. 1, p. 174-185, 2022.

BELL, J. **Projeto de pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2008.

BEGO, A. M.; OLIVEIRA, R. C.; CORRÊA, R. G. O papel da Prática como Componente Curricular na Formação Inicial de Professores de Química: possibilidades de inovação didático-pedagógica. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 250-260, 2017.

BIKLEN, S. K.; BOGDAN, R. C. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONFIM, V.; SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. Vygotsky na pesquisa em educação em ciências no Brasil: um panorama histórico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 1, p. 224-250, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP nº 9**, de 08 de maio de 2001. Brasília, 2001a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP nº 28**, de 02 de outubro de 2001. Brasília, 2001b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES nº 1.303**, de 06 de novembro de 2001. Brasília, DF, 2001c.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 01**, de 18 de fevereiro de 2002. Brasília, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2**, de 19 de fevereiro de 2002. Brasília, 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES nº 15**, de 02 de fevereiro de 2005. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP nº 2**, de 01 de julho de 2015. Brasília, 2015a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP nº 2**, de 09 de junho de 2015. Brasília, 2015b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP nº 4**, de 29 de maio de 2024. Brasília, 2024.

CLARK, J. M.; PAIVIO, A. Dual Coding Theory and Education. **Educational Psychology Review**, v. 3, n. 3, p. 149-210, 1991.

CORRÊA, R. G. **Formação inicial de professores de Química: Discursos, Saberes e Práticas**. 2015. Tese – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2015.

COSTA, A. C. J.; OLIVEIRA, F. J. V. E.; MALCHER, G. T. Ensino híbrido e tecnologias digitais como suporte no processo de ensino e aprendizagem. **Revista eletrônica Enzeñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 1, p. 22-46, 2022.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: Escolhendo entre cinco abordagens**. São Paulo: Penso, 2014.

DIONÍZIO, T. P. *et al.* O uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de Química. **EaD em Foco**, v. 9, e. 804, p. 1-15, 2019.

DRIVER, R. *et al.* Construindo o conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 9, 1999.

- FAGUNDES, A. H. A. *et al.* TICs no ensino de química em tempos de pandemia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, PR, v. 7, n. 9, p. 91327-91338, 2021.
- FALCADE, A.; ABEGG, I.; FALCADE, L. Teoria da Carga Cognitiva: Aproximação de Ideias e Conceitos. **Inter-Ação**, Goiânia, GO, v. 45, n. 3, p. 795-810, 2020.
- FREDERICO, F. T.; GIANOTTO, D. E. P. Imagens e o Ensino de Física: Implicações da Teoria da Dupla Codificação. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 117-140, 2016.
- FURIÓ, C.; FURIÓ, C. Dificultades conceptuales y epistemológicas em el aprendizaje de los procesos químicos. **Educación Química**, v. 11, n. 3, p. 300-308, 2000.
- GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. A formação inicial em Química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Química Nova**, v. 33, n. 8, p. 1809-1814, 2010.
- GIBIN, G. B.; GOIS, J. (org.). **Formação Docente na Educação em Ciências: Concepções e Práticas**. Porto Alegre: Editora Fi, 2020.
- GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. A importância dos estágios supervisionados no desenvolvimento do conhecimento pedagógico de conteúdo. **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, PR, v. 21, n. 2, p. 326-335, 2018.
- GOES, L. F.; FERNANDEZ, C. Mapeando as integrações de componentes do conhecimento pedagógico do conteúdo: um estudo com licenciandos de Química no programa de residência pedagógica. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 57, p. 256-278, 2025.
- GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 7, 2007.
- GOIS, J.; MAIORALLI, A. P. Linguagem e tridimensionalidade molecular no ensino superior de química. **Revista REAMEC**, v. 9, n. 3, set-dez, p. 1-21, 2021.
- GOMES, C. J. C. **A formação de licenciandos e licenciandas em química no contexto da internet das coisas: possibilidades e desafios emancipatórios**. 2020. Tese – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2022.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- KAVALEK, D. S. *et al.* A transição entre a linguagem diagramática para a discursiva no ensino de química: um estudo do conceito de átomo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 2, 413-431, 2019.
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 7-33, 2011.
- LEAL, M.C. **Didática da Química: Fundamentos e Práticas para o Ensino Médio**. 1. ed., Belo Horizonte: Dimensão, 2010.

- LEITE, B. S. Pesquisas sobre as Tecnologias Digitais no Ensino de Química. **Debates em Educação**, Maceió, AL, v. 13, n. especial 2, p. 244-269, 2021.
- LEITE, B. S. (org.). **Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- LOCATELLI, A. *et al.* O Software Audacity como Ferramenta de Ensino de Química. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n.2, p. 434-443, 2018.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2018.
- MANTOVANI, V. L. **Visualização e Modelagem no Ensino de Química Orgânica: a visão de professores em curso de formação continuada**. 2013. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.
- MARCELINO, V. S. **Uma análise textual discursiva dos problemas e perspectivas do ensino de química pela ótica de seus professores de Campos dos Goytacazes-RJ**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.
- MARTINS, M. G.; FREITAS, G. F. G.; VASCONCELOS, P. H. M. A dificuldade dos alunos na visualização de moléculas em três dimensões no ensino de geometria molecular. **Conex. Ci. E Tecnol.**, Fortaleza, CE, v. 14, n. 3, p. 45-53, jul., 2020.
- MAYER, R. E. **Multimedia Learning**. 3. ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2021.
- MAZZUCO, A. E. R. *et al.* Revisão da Literatura sobre o uso da Realidade aumentada no Ensino de Química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 19, n. 1, p. 402-412, 2021.
- MAZZOTTI, A. J. A. Usos e Abusos dos Estudos de Caso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637-651, set./dez., 2006.
- MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, Vol. 35, Nº 2, p. 112-122, maio, 2013.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.
- MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. B. (org.). **Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

NASCIMENTO, G.; MOREIRA, J. C. F.; PIZZATO, M. C. Ensino de Química submicroscópica: percepções dos professores sobre o uso da realidade aumentada nas aulas de Química. **REnCiMa**, São Paulo, SP, v. 12, n. 4, p. 1-25, jul./set., 2021.

OLIVERIA, L. A. **Interações de professores de Química do Ensino Superior com Meios Mediacionais: História, Limites e Possibilidades**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2018.

OLIVEIRA, L. A.; de SÁ, E. F.; MORTIMER, E. F. Transformação da ação mediada a partir da resignificação do uso de objetos mediadores em aulas do ensino superior. **RBPEC**, v. 19, p.251-274, 2019.

OLIVEIRA, L. A.; MORTIMER, E. F. Os percursos de transformação da ação mediada por recursos educacionais: o ponto de vista de uma professora de química orgânica de ensino superior. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, MG, v. 22, p. 1-24, 2020.

OLIVEIRA, L. A.; MORTIMER, E. F. Percepções de Professores de Química do Ensino Superior sobre o uso de Modelos Moleculares em seus Percursos Profissionais. **RBPEC**, v. 22, p.1-29, 2022.

OLIVEIRA, R. C.; GOIS, J. Motivação dos licenciandos em Química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo. **Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 2, 127-141, 2020.

PAULA, M. C.; GUIMARÃES, G. T. D. Discursive Textual Analysis in Science and Mathematics Education: 2004-2020 Period. **New Trends in Qualitative Research**, v. 7, p.403–412, 2021.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação e Sociedade**, v.20, n.68, p.109-125,1999.

PEREIRA, R. R.; MORTIMER, E. F.; MORO, L. Os gestos recorrentes e a multimodalidade em Aulas de Química Orgânica no Ensino Superior. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. especial 1, p. 43-54, 2015.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 23-39, 2012.

PINHO, S. Z (org.). **Formação de Educadores: o papel do educador e sua formação**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A atuação de professores de ensino superior: investigando dois professores bem avaliados pelos estudantes. **Química Nova**, v. 39, n. 5, 634-640, 2016.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. Fatores que tornam o professor de ensino superior bem-sucedido: analisando um caso. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 21, n. 1, p. 259-278, 2014.

QUADROS, A. L.; ALMEIDA, L. T. G.; DIAS, M. G. As aulas de química orgânica no ensino superior e as relações pedagógicas. **Enzeñanza de las ciencias**, n. extraordinário, p.2901-2906, 2017.

QUADROS, A. L.; SILVA, A. S. F.; MORTIMER, E. F. Relações pedagógicas em aulas de ciências da educação superior. **Química Nova**, v. 41, n. 2, p. 227-235, 2018.

RAUPP, D. T. **Alfabetização Tridimensional, Contextualizada de Histórica no Campo Conceitual da Estereoquímica**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.

RIBEIRO, C. S. J.; CÂNDIDO, E. A. Tecnologias da Informação e Comunicação: Uma emergência para o fazer pedagógico em tempos de pandemia. **Revista Alembra**, v. 3, n. 6, p. 2596-2671, 2021.

RODRIGUES, S. B. V.; da SILVA, D. C.; QUADROS, A. L. O ensino superior de química: reflexões a partir de conceitos básicos para a química orgânica. **Química Nova**, v. 34, n. 10, 1840-1845, 2011.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito de átomo. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 27-31, 1996.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A Linguagem Química e o Ensino de Química Orgânica. **Química Nova**, v. 31, n. 4, 921-923, 2008.

SANGIOGO, F. A.; L. B. ZANON. Reflexões sobre Modelos e Representações na Formação de Professores com foco na Compreensão Conceitual da Catálise Enzimática. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 26-34, 2012.

SILVA, A. J. P.; ARROIO, A. Tempo e tecnologia no processo de visualização em Química: um estudo exploratório sobre as práticas de professores em formação inicial, **Revista de Investigação Tecnológica em Educação em Ciências e Matemática**, Foz do Iguaçu, PR, v. 1, pub. contínua, p. 40-53, 2021.

SILVA, A. J. P.; ARROIO, A. Tempo e tecnologias digitais: desafios à visualização em Química. **Educação Química En Punto de Vista**, v. 7, p. 1-18, 2023.

SOUZA, K. A. F. D. **Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX**. 2012. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

SOUZA, A. F. *et al.* Acesso às Tecnologias educacionais em instituições públicas: os desafios de inovar em tempos de pandemia no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021.

SOUZA, R. S.; GALIAZZI, M. C. O jogo da compreensão na análise textual discursiva em pesquisas na educação em ciências: revisitando quebra-cabeças e mosaicos. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 24, n. 3, p. 799-814, 2018.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179-195, 2011.

TEIXEIRA, F. M. B. **Abordagem investigativa como fator de motivação em três cursos da área de química de uma instituição pública do Estado de São Paulo**. 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2020.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; ARROIO, A. Explorando as percepções de professores em serviço sobre as visualizações no ensino de química. **Química Nova**, v. 36, n. 8, 1242-1247, 2013.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

WARTHA, E. J. **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de Química Orgânica sob um olhar da Semiótica Peirceana**. 2013. Tese – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. A elaboração conceitual em Química Orgânica na percepção da semiótica Peirceana. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v.21, n.1, p. 49-64, 2015.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica Peirceana. **Educação Química En Punto de Vista**, v. 1, n.1, p.181-202, 2017.

WERTSCH, J. V.; DEL RIO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1

#### QUESTIONÁRIO INICIAL APLICADO AOS ESTUDANTES

**As questões a seguir fizeram parte do QUESTIONÁRIO aplicado durante o INÍCIO (QI) da disciplina, e apresentam caráter predominantemente de múltipla escolha**

**QUESTIONÁRIO AOS(ÀS) ESTUDANTES QUE ESTIVEREM CURSANDO A DISCIPLINA QUÍMICA  
ORGÂNICA 1  
(NO INÍCIO)**

#### DADOS PESSOAIS

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

**ASSINALE COM (X) AS RESPOSTAS PARA AS QUESTÕES A SEGUIR (ATENÇÃO: ALGUMAS QUESTÕES PERMITEM ASSINALAR MAIS DE UMA OPÇÃO)**

**1)** Quanto tempo transcorreu entre se formar no Ensino Médio (EM) e ingressar no curso de Licenciatura nesta instituição?

- ( ) Ingressei imediatamente após à conclusão do Ensino Médio
- ( ) Ingressei entre 1 e 2 anos após à conclusão do Ensino Médio
- ( ) Ingressei entre 2 e 5 anos após à conclusão do Ensino Médio
- ( ) Ingressei mais de 5 anos após à conclusão do Ensino Médio (quantos anos após? \_\_\_\_)

**2)** Atualmente, você trabalha? (Você pode assinalar mais de uma opção)

- ( ) Não, apenas estudo
- ( ) Sim, meio período

Sim, em período integral

Sim, aos finais de semana

**3) Você reside na cidade em que o *Campus* oferta o curso?**

Sim

Não (informar a cidade: \_\_\_\_\_)

**4) Você cursou o Ensino Médio:**

Integralmente em Escola Pública

Integralmente em Escola Particular

Parcialmente em Escola Pública e Parcialmente em Escola Particular

**5) Você possui acesso a (você pode assinalar mais de uma opção):**

Smartphone

Computador/Notebook

**6) Com relação a algum outro Curso de Graduação, você:**

Nunca cursou outra graduação além da atual

Está cursando outra graduação junto com esta. Em caso afirmativo, qual? \_\_\_\_\_

Já concluiu outra graduação. Em caso afirmativo, qual(is)? \_\_\_\_\_

**7) É a primeira vez que você está cursando a disciplina de Química Orgânica 1 nesta instituição?**

Sim

Não, já cursei esta disciplina nesta instituição e não fui aprovado(a)

**8) Você pretende atuar como professor(a) após a conclusão da Graduação em Licenciatura em Química?**

Sim

Não

9) Como você classifica, atualmente, seus conhecimentos acerca dos tópicos de química a seguir?

| TEMA   | NÍVEL DE COMPREENSÃO/DOMÍNIO |                              |                      |
|--|------------------------------|------------------------------|----------------------|
|  | Compreendo pouco             | Compreendo razoavelmente bem | Compreendo muito bem |
| Teorias de Ligações Químicas                   |                              |                              |                      |
| Representações por meio de Estruturas de Lewis |                              |                              |                      |
| Interações Intermoleculares                    |                              |                              |                      |

10) Você teve oportunidade de estudar Química Orgânica no Ensino Médio, em Cursinho Pré-Vestibular e/ou em outro curso de graduação?

( ) Sim

( ) Não

**Em caso afirmativo**, relate sucintamente onde e como foi(foram) sua(s) experiência(s) nesta(s) oportunidade(s) anterior(es) de acordo com suas lembranças.

**As questões a seguir fizeram parte do QUESTIONÁRIO aplicado durante o INÍCIO (QI) da disciplina, e apresentam caráter exclusivamente discursivo.**

1) Você teve oportunidade de estudar aspectos Espaciais (ESTEREOQUÍMICOS) da Química Orgânica nestas suas experiências anteriores em disciplinas de Química Orgânica? (por exemplo: geometria molecular dos compostos orgânicos, isomeria espacial em química orgânica etc.)

2) O que você espera da disciplina de Química Orgânica 1 que irá cursar nesta instituição?

3) Você identifica que aprende conteúdos de Química com a utilização de imagens, simulações, vídeos etc.? Ou, em geral, apenas discussões orais, textos e cálculos costumam ser suficientes para você?

- 4)** O que você entende por capacidade de visualização? Você já teve acesso a algum material que trata desse assunto? Qual(is)?
- 5)** O que você entende por modelagem no ensino de Química? Você já teve acesso a algum material que trata desse assunto? Qual(is)?
- 6)** Você possui familiaridade com o uso de Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs)? Comente.
- 7)** Você atua ou já atuou como Docente da disciplina de Química no Ensino Médio?

**APÊNDICE 2****QUESTIONÁRIO FINAL APLICADO AOS ESTUDANTES**

**As questões a seguir fizeram parte do QUESTIONÁRIO aplicado durante o FINAL (QF) da disciplina, e apresentam caráter predominantemente discursivo.**

**1)** O que mais chamou sua atenção na metodologia de ensino do(a) docente? Por quê?

**2)** Em quais tópicos estudados nesta disciplina você sentiu maior dificuldade em aprender? A que você atribui essa dificuldade?

**3)** Dos temas abordados na disciplina, qual(is) foi(foram) mais interessante(s) para você? Comente.

**4)** Houve incentivo ao uso de Tecnologias de Comunicação e Informação (TICs) durante as aulas?

( ) Sim. Quais? \_\_\_\_\_ ( ) Não

**5)** O que você entende por modelos científicos? O(A) professor(a) utilizou algum desses modelos durante o a disciplina? Exemplifique.

**6)** Você acha que sua capacidade de visualização foi bastante **requisitada** durante esta disciplina? Comente.

**7)** Você acha que sua capacidade de visualização foi bastante **desenvolvida** durante esta disciplina? Comente.

### APÊNDICE 3

#### ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM OS(AS) ESTUDANTES

##### ROTEIRO DE ENTREVISTA - ESTUDANTES (E)

- 1) Sua expectativa com relação à disciplina de Química Orgânica 1 foi atendida?
- 2) Como você entende que esta disciplina contribuiu para sua formação e futura atuação como docente?
- 3) O que mais chamou sua atenção na metodologia de ensino do(a) docente? Por quê?
- 4) Em sua opinião, os instrumentos visuais utilizados pelo(a) professor(a) facilitaram o aprendizado? Justifique.
- 5) Você utilizaria algum instrumento visual em suas aulas? Em caso afirmativo, qual(is) tipo(s) de recurso visual você utilizaria (animações, simulações, filmes, figuras, modelos, outros)? Por que essa escolha?
- 6) Em algum momento na disciplina de Química Orgânica 1 foi discutida a utilização de ferramentas de visualização no ensino de Química Orgânica? Em caso afirmativo, essa discussão também foi explorada durante o tempo destinado às Práticas como Componente Curricular (PCC) desta disciplina? Descreva como isso ocorreu.
- 7) Você se sentiu sobrecarregado(a) em algum momento ao longo da disciplina de Química Orgânica 1?

**Em caso afirmativo:**

Em qual(is) momento(s) e de que forma?

Você identifica que algum aspecto da metodologia de ensino do(a) docente contribuiu para esta sobrecarga? Comente.

## APÊNDICE 4

### ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM DOCENTE

#### ROTEIRO DE ENTREVISTA - DOCENTE (ED)

- 1) O(a) senhor(a) pode comentar sucintamente sobre sua formação acadêmica?
- 2) Há quanto tempo o(a) senhor(a) leciona?
- 3) Há quanto tempo o(a) senhor(a) ministra a disciplina de Química Orgânica 1?
- 4) Onde ocorreram as aulas de Química Orgânica 1? (Sala de aula? Laboratório de Ensino?)
- 5) As aulas de Química Orgânica 1 ocorreram em parceria com outros(as) docentes? Qual(is)?
- 6) Pela sua experiência, o(a) senhor(a) tem evidências que os estudantes que cursam as disciplinas de Química Orgânica **iniciam** estas disciplinas com fundamentação para alcançar um bom aproveitamento?  
Em caso de resposta negativa: Poderia detalhar o que o(a) levou a esta percepção? Quais as principais dificuldades observadas pelo(a) senhor(a)?
- 7) O(a) senhor(a) tem conhecimento se os estudantes cursaram Química Orgânica durante EM?
- 8) Como o(a) senhor(a) procede para identificar se os estudantes apresentam problemas de defasagem educacional importantes para cursar bem as disciplinas de Química Orgânica que ministra?
- 9) Quais medidas o(a) senhor(a) costuma tomar para superar os problemas de defasagem dos estudantes ao longo da disciplina, quando diagnosticados?
- 10) Quais as principais dificuldades de aprendizagem o(a) senhor(a) percebe com maior frequência nos estudantes ao longo da disciplina de Química Orgânica 1?

- 11)** Quais são suas principais fontes de consulta para a preparação das suas aulas?
- 12)** Qual(is) materiais auxiliares o(a) senhor(a) adota para suas aulas? (Livros, vídeos, softwares etc.)
- 13)** Como tem sido a utilização de ferramentas de representação e visualização em sua prática de ensino na educação superior de Química Orgânica?
- 14)** Qual(is) tipo de recurso visual o(a) senhor(a) utiliza (animações, simulações, filmes, figuras, modelos, outros)? Por que essa escolha?
- 15)** Como o(a) senhor(a) seleciona qual(is) ferramentas de visualização utilizar em cada etapa de suas aulas na disciplina de Química Orgânica 1?
- 16)** Que importância o(a) senhor(a) atribui à capacidade de visualização espacial dos(as) estudantes para que ocorra uma boa aprendizagem em Química Orgânica?
- 17)** O(a) senhor(a) possui conhecimentos sobre teorias da Psicologia acerca de Visualização no Ensino de Química?
- 18)** O que o(a) senhor(a) entende por capacidade de visualização? O(a) senhor(a) já teve acesso a algum material que trata desse assunto? Qual(is)?
- 19)** O(a) senhor(a), em conjunto com outros(as) docentes da disciplina de Química Orgânica 1, discute(m) a utilização de ferramentas de visualização no ensino de Química Orgânica com os(as) estudantes durante esta disciplina? Em caso afirmativo, comente como isso ocorre.
- 20)** O(a) senhor(a) acredita que os(as) estudantes aprovados(as) na disciplina de Química Orgânica 1 compreendem bem o que são modelos em Ciência e que eles(as) estão aptos(as) a utilizar adequadamente ferramentas de visualização em sua prática profissional, especialmente no que se refere ao Ensino de Química Orgânica?
- 21)** Esta foi a primeira vez que a disciplina foi ministrada presencialmente após o período de Ensino Remoto Emergencial (ERE), em virtude da pandemia do Coronavírus?
- 22)** Como o(a) senhor(a) avalia sua utilização das TICs, especialmente no referente a ferramentas de visualização, na disciplina de Química Orgânica 1 antes, durante e após o período de ERE?

**23)** O(a) senhor(a) participou/participa de Cursos de Formação Continuada que versam sobre utilização de Tecnologias no Ensino de Química? Comente.

**24)** Quais foram as outras principais metodologias empregadas na disciplina além da utilização de ferramentas de visualização? (p.e.: contextualização, experimentação, mapas mentais etc.)

**APÊNDICE 5****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ESTUDANTES)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**(Resolução CNS 510/2016)**

**ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA EM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Eu, **Henrique Cesar Musetti**, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “Ensino e aprendizagem de Química Orgânica em Curso de Formação de Professores de Química” (título inicial da pesquisa) orientada pela **Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques**.

O ensino de Química é permeado pela utilização de símbolos, analogias, imagens, modelos e representações diversas, que são essenciais para a compreensão deste ramo da Ciência. A apropriação desta linguagem (representações, visualizações etc.) envolve processos cognitivos complexos, relacionados a interpretações e relações entre objetos/entidades submicroscópicas abstratas e suas diversas possibilidades de representação. É interessante que as práticas de ensino que utilizam amplamente ferramentas de representação e visualização estejam alinhadas com aspectos importantes da comunicação em sala de aula, e com o processo de elaboração conceitual dos estudantes em contato com esta linguagem, a fim de se otimizar os processos de ensino e aprendizagem e de se evitar, por exemplo, o desenvolvimento de concepções alternativas pelos estudantes. A proposta desse estudo é caracterizar como tem sido as práticas de ensino e de Química Orgânica 1 em curso de Licenciatura em Química de uma Instituição de Ensino Superior do estado de São Paulo, bem como identificar quais as principais concepções e dificuldades apresentadas pelos(as) estudantes ao cursar esta disciplina.

Você foi selecionado(a) por ser **estudante** do curso de Licenciatura em Química da (Instituição de Ensino), onde o estudo será realizado, e por cursar a disciplina Química Orgânica 1 no período de

realização deste estudo. A coleta de dados acontecerá, preferencialmente, neste local (Instituição de Ensino que oferta o curso), a fim de minimizar custos e/ou despesas adicionais.

Você é convidado(a) a participar de um **questionário** e de uma **entrevista semiestruturada** sobre aspectos de sua trajetória estudantil e profissional, especialmente durante a disciplina Química Orgânica 1. O questionário e a entrevista serão individuais e realizados, preferencialmente, nas dependências da (Instituição de Ensino), ou em outro local, se assim preferir.

As perguntas não serão invasivas à intimidade, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da duração e/ou da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas relacionadas aos eixos norteadores desta pesquisa.

Diante dessas situações, os(as) participantes terão garantidas pausas para responder ao questionário e/ou à entrevista, a liberdade de não responder às perguntas quando as considerarem constrangedoras, podendo interromper o questionário e/ou a entrevista a qualquer momento. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa pode trazer. Em caso de opção por encerramento do questionário e/ou da entrevista por qualquer fator descrito acima, o pesquisador irá orientá-lo(a) e encaminhá-lo(a) para profissionais especialistas e serviços disponíveis na Instituição, caso necessário, visando o bem-estar de todos(as) os(as) participantes.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Ensino de Química.

Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação ao pesquisador, à Instituição em que estuda ou à Universidade Federal de São Carlos. Possíveis despesas com o transporte e a alimentação decorrentes da sua participação na pesquisa, se necessário, serão ressarcidas no dia da coleta. Quando for o caso, você terá direito à indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras ou utilização de nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Solicito sua autorização para gravação em áudio da entrevista. A gravação realizada durante a entrevista semiestruturada será transcrita pelo pesquisador, garantindo que se mantenha a mais fidedigna possível, sendo apresentada aos participantes para validação das informações após a transcrição.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a sua participação na pesquisa, poderá comunicar-se pelo telefone (0##) 9####-####, encaminhar e-mail para [###@gmail.com](mailto:###@gmail.com) ou procurar a Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques.

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

**Dados para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):**

Pesquisador Responsável: **Henrique Cesar Musetti**

Endereço: **Rodovia Washington Luís, km 235, SP-310, São Carlos-SP. CEP: 13.565-905**

Contato telefônico:                      E-mail:

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

---

Local e data

---

Nome do Pesquisador

---

Nome do(a) Participante

---

Assinatura do Pesquisador

---

Assinatura do(a) Participante

**APÊNDICE 6****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DOCENTE)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**(Resolução CNS 510/2016)**

**ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA EM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Eu, **Henrique Cesar Musetti**, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “Ensino e aprendizagem de Química Orgânica em Curso de Formação de Professores de Química” (título inicial da pesquisa) orientada pela **Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques**.

O ensino de Química é permeado pela utilização de símbolos, analogias, imagens, modelos e representações diversas, que são essenciais para a compreensão deste ramo da Ciência. A apropriação desta linguagem (representações, visualizações etc.) envolve processos cognitivos complexos, relacionados a interpretações e relações entre objetos/entidades submicroscópicas abstratas e suas diversas possibilidades de representação. É interessante que as práticas de ensino que utilizam amplamente ferramentas de representação e visualização estejam alinhadas com aspectos importantes da comunicação em sala de aula, e com o processo de elaboração conceitual dos estudantes em contato com esta linguagem, a fim de se otimizar os processos de ensino e aprendizagem e de se evitar, por exemplo, o desenvolvimento de concepções alternativas pelos estudantes. A proposta desse estudo é caracterizar como tem sido as práticas de ensino e de Química Orgânica 1 em curso de Licenciatura em Química de uma Instituição de Ensino Superior do estado de São Paulo, bem como identificar quais as principais concepções e dificuldades apresentadas pelos(as) estudantes ao cursar esta disciplina.

O(a) senhor(a) foi selecionado(a) por ser **docente** do curso de Licenciatura em Química da (Instituição de Ensino), onde o estudo será realizado, e por ministrar a disciplina Química Orgânica 1 no período de realização deste estudo. A coleta de dados acontecerá, preferencialmente, neste local (Instituição de Ensino), a fim de minimizar custos e/ou despesas adicionais.

O(a) senhor(a) é convidado(a) a participar de uma **entrevista semiestruturada** sobre aspectos de sua trajetória pessoal e profissional, especialmente no que se refere à disciplina Química Orgânica 1. A entrevista será individual e realizada, preferencialmente, nas dependências da (Instituição de Ensino que oferta o curso), ou em outro local, se assim preferir.

As perguntas não serão invasivas à intimidade, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da duração e/ou da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas relacionadas aos eixos norteadores desta pesquisa.

Diante dessas situações, os(as) participantes terão garantidas pausas nas entrevistas, a liberdade de não responder às perguntas quando as considerarem constrangedoras, podendo interromper a entrevista a qualquer momento. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa pode trazer. Em caso de opção por encerramento das entrevistas por qualquer fator descrito acima, o pesquisador irá orientá-lo(a) e encaminhá-lo(a) para profissionais especialistas e serviços disponíveis na Instituição, caso necessário, visando o bem-estar de todos(as) os(as) participantes.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Ensino de Química.

Solicito sua autorização para gravação em áudio da entrevista. A gravação realizada durante a entrevista semiestruturada será transcrita pelo pesquisador, garantindo que se mantenha a mais fidedigna possível, sendo apresentada aos participantes para validação das informações após a transcrição.

Solicito, também, sua autorização para:

- a)** observação e registro em notas de suas aulas, ao longo do segundo semestre letivo de 2022;
- b)** eventuais gravações em áudio de trechos de aulas observadas neste período. As gravações realizadas serão transcritas pelo pesquisador, garantindo que se mantenha a mais fidedigna possível, sendo apresentada ao(à) senhor(a) para validação das informações após a transcrição;
- c)** eventuais registros de imagens (fotos) de aulas observadas neste período (notas e/ou representações em lousa, slides, modelos físicos, gestos do(a) docente etc.). Enfatizo que, os registros de imagens das aulas observadas somente serão utilizados com preservação de anonimato dos sujeitos.

A qualquer tempo durante a pesquisa, o(a) senhor(a) poderá revogar ou interromper, total ou parcialmente, sua autorização referente aos itens **a)**, **b)** e/ou **c)**, supramencionados, sem qualquer prejuízo. Caso haja interrupção e/ou cancelamento de autorização para algum desses itens dividido à situação envolvendo possível constrangimento e/ou desconforto de participantes envolvidos, o pesquisador irá orientá-lo(a) e encaminhá-lo(a) para profissionais especialistas e serviços disponíveis na Instituição, de acordo com a necessidade, prezando pelo bem-estar de todos(as) os(as) participantes.

Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento o(a) senhor(a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação ao pesquisador, à Instituição em que estuda ou à Universidade Federal de São Carlos. Possíveis despesas com o transporte e a alimentação decorrentes da sua participação na pesquisa, se necessário, serão ressarcidas no dia da coleta. Quando for o caso, você terá direito à indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras ou utilização de nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas pelo(a) senhor(a) e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a sua participação na pesquisa, poderá comunicar-se pelo telefone (0##) 9####-####, encaminhar e-mail para [###@gmail.com](mailto:###@gmail.com) ou procurar a Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques.

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos). Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: [cephumanos@ufscar.br](mailto:cephumanos@ufscar.br). Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br).

**Dados para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):**

Pesquisador Responsável: **Henrique Cesar Musetti**

Endereço: **Rodovia Washington Luís, km 235, SP-310, São Carlos-SP. CEP: 13.565-905**

Contato telefônico:                      E-mail:

**Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

---

Local e data

---

Nome do Pesquisador

---

Nome do(a) Participante

---

Assinatura do Pesquisador

---

Assinatura do(a) Participante