



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM QUÍMICA

FLÁVIO ANDRADE FARIA

**ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL DE MOLÉCULA MANIFESTADAS NAS
DISCIPLINAS QUÍMICA ORGÂNICA I E II DO CURSO DE LICENCIATURA
EM QUÍMICA**

LAVRAS/MG

2022

FLÁVIO ANDRADE FARIA

**ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL DE MOLÉCULA MANIFESTADAS NAS
DISCIPLINAS QUÍMICA ORGÂNICA I E II DO CURSO DE LICENCIATURA
EM QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Química da Universidade Federal de
Lavras como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em
Química.

Orientadora: Renata Reis Pereira

LAVRAS/MG

2022

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Faria, Flávio Andrade.

ZONAS DO PERFIL CONCEITUAL DE MOLÉCULA
MANIFESTADAS NAS DISCIPLINAS QUÍMICA ORGÂNICA I
E II DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA / Flávio
Andrade Faria. - 2022.

43 p.

Orientador(a): Renata Reis Pereira.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2022.
Bibliografia.

1. Ensino de Química. 2. Perfil conceitual. 3. Molécula. I.
Pereira, Renata Reis. II. Título.

Dedico este trabalho, especialmente, a meu pai, que mesmo não estando mais ao meu lado no plano terrestre, sempre esteve em meu coração, me fortalecendo e guiando minhas decisões. Um pai nunca abandona um filho. Se cheguei até aqui, ele teve sua contribuição!

AGRADECIMENTOS

Carinhosamente, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos às pessoas e organizações que fizeram parte da minha jornada formativa, as quais trago comigo boas recordações.

Agradeço:

A Deus, por me possibilitar essa oportunidade e me dar forças e esperança de que esse sonho seria possível.

À minha mãe, que sempre me inspirou a ser uma pessoa melhor e sempre esteve ao meu lado, me motivando a buscar o que me faz feliz, e guiando as minhas decisões para que eu sempre me tornasse a minha melhor versão. A ela devo a minha vida e sem ela sei que nada disso seria possível.

Ao meu pai, que apesar de não estar mais ao meu lado no plano terrestre, tenho certeza de que sempre olhou por mim e guiou os meus passos.

Ao André, meu companheiro, que sempre acredita no meu potencial. Apesar de ele não ter me acompanhado desde o início dessa jornada, ao entrar na minha vida, me mostrou que a felicidade não está apenas na realização profissional. Nossos planos de carreira se tornam mais doces e prazerosos quando temos alguém do lado para compartilhar e celebrar a nossa vitória.

A Renata, que me orientou na realização dessa pesquisa, me acolhendo, compartilhando suas experiências comigo. Sem ela não seria capaz de realizar tal feito, e a ela, devo uma parcela do que eu sei e do que sou. Serei imensamente grato!

A Rita, que me orientou durante toda essa jornada e que sempre buscou o melhor para mim. Sem ela, não teria me encontrado no Ensino de Química, não teria me tornado o profissional que sou hoje e não teria evoluído como pessoa, com a maturidade que tenho hoje. A ela só tenho a agradecer, por me ouvir, por me ensinar e por ter a sensibilidade de entender e apoiar minhas escolhas durante a graduação.

A CAPES, CNPq e FAPEMIG por acreditarem em meu potencial e investir em minha formação. Se eu tive a oportunidade de aprender e me desenvolver enquanto profissional, foi graças aos seus recursos.

RESUMO

Perfis conceituais são construídos para um determinado conceito e são constituídos por várias zonas, que são representações de um modo particular de pensar sobre esse conceito, relacionada a uma forma particular de falar. Neste trabalho buscamos investigar como as seis zonas do perfil conceitual de molécula, estabelecido por Pereira (2020) são manifestadas nas disciplinas de Química Orgânica I e II de um curso de licenciatura em Química. Analisamos se há a predominância de algumas formas de falar e modos de pensar que estariam associados a essa área da química. Aplicamos um questionário com seis perguntas discursivas, que tratavam de conceitos estudados durante as disciplinas, com o intuito de investigar como os estudantes manifestavam, em suas respostas, formas de falar e modos de pensar sobre o conceito de molécula. Posterior a análise, para a organização dos dados, foram construídos gráficos através do software EXCEL, que buscaram evidenciar, em porcentagem, o número de vezes que esses modos e formas de falar e pensar apareceram nas respostas dos estudantes, sendo essas definidas como a frequência de manifestação. Após análise do questionário percebemos que houve uma maior frequência de manifestação das zonas átomos geometricamente arranjados, composicionista e interacionista, possivelmente pelo fato dessas disciplinas lidarem muito com mecanismos de reações e interações entre moléculas e suas propriedades. Observamos também a existência de respostas híbridas nos questionários, evidenciando que os estudantes apropriam dessa multiplicidade de sentidos que a ciência apresenta, demonstrando a presença de um entendimento conceitual característico do perfil, em que eles utilizam de variadas zonas para resolverem o problema apresentado.

Palavras-chave: Ensino de Química, perfil conceitual, molécula.

ABSTRACT

Conceptual profiles are built for a given concept and are made up of several zones, which are representations of a particular way of thinking about that concept, related to a particular way of talking. In this work we seek to investigate how the six zones of the conceptual profile of a molecule, established by Pereira (2020) are manifested in the disciplines of Organic Chemistry I and II of a degree course in Chemistry. We analyzed whether there is a predominance of some ways of speaking and ways of thinking that would be associated with this area of chemistry. We applied a questionnaire with six discursive questions, which dealt with concepts studied during the disciplines, in order to investigate how students expressed, in their answers, ways of talking and ways of thinking about the concept of molecule. After the analysis, for the organization of the data, graphs were constructed using the EXCEL software, which sought to show, in percentage, the number of times that these modes and ways of speaking and thinking appeared in the students' responses, defined as the frequency of manifestation. After analyzing the questionnaire, we noticed that there was a higher frequency of manifestation of the geometrically arranged, compositional and interactionist zones, possibly because these disciplines deal a lot with mechanisms of reactions and interactions between molecules and their properties. We also observed the existence of hybrid responses in the questionnaires, showing that students appropriate this multiplicity of meanings that science presents, demonstrating the presence of a conceptual understanding characteristic of the profile, in which they use different areas to solve the problem presented.

Keywords: Chemistry Teaching, conceptual profile, molecule.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. PERFIL CONCEITUAL	10
2.1. O perfil conceitual de molécula	12
2.2. Ensino de Química Orgânica	14
3. METODOLOGIA.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

Em uma narrativa tradicional, o sistema de ensino brasileiro, de uma forma geral, vem se demonstrando bastante preocupado com a aprendizagem dos estudantes, contudo com foco em vestibulares. A reprodução de conteúdo, mecanização do ensino e valorização do saber são características predominantes nesse contexto, em que aprender tem se tornado algo estressante ou até mesmo banal.

O perfil conceitual pode contribuir para o entendimento das diversas formas de falar e modos de pensar utilizadas pelos estudantes, fazendo com que eles se apropriem da multiplicidade de significados como algo que lhe é natural. Mortimer e Amaral (2014) discutem que, dada a natureza do conhecimento científico e sua particular linguagem, muitos problemas na aprendizagem dos conceitos são atribuídos à comunicação dos conteúdos e às atividades em sala de aula.

Entender sobre como essas formas de falar e modos de pensar se aproximam de determinadas zonas do perfil conceitual de molécula se torna relevante, pois como mostra Mortimer e Amaral (1999), é necessário entender os diversos pontos de vista utilizados para explicar a estrutura molecular em diferentes contextos, pois, só assim conseguimos avançar em discussões importantes sobre o ensino e aprendizagem em Química.

Além disso, investigar como se dá os processos de ensino e aprendizagem em Química Orgânica no ensino superior torna-se relevante, haja visto que pesquisas recentes apontam para uma crescente preocupação com a formação do docente no Ensino Superior, no que diz respeito a Química Orgânica, buscando avaliar as dificuldades de aprendizagem nessa área. (VALADAO, NETO & LOPES, 2017) O ensino de Química Orgânica deveria, então, ter como foco a aprendizagem de conceitos químicos e o desenvolvimento da capacidade de aplicá-los na compreensão e previsão das propriedades e das transformações de compostos orgânicos, sendo as classificações e demais regras tratadas como conhecimentos auxiliares nesse processo. (MARCONDES, SOUZA e AKAHOSHI, 2015)

No presente trabalho, pretendemos investigar como os estudantes que cursam as disciplinas Química Orgânica I e II, de uma IES sul mineira, manifestam as diversas zonas do perfil conceitual de molécula, proposto por Pereira (2020), buscando entender se há a predominância de algumas formas de falar e modos de pensar que estariam associados a essa área da química.

2. PERFIL CONCEITUAL

Pensar no estudo e análise de um perfil conceitual significa uma busca pelo entendimento das diferentes formas que um sujeito pode utilizar para construir e explicar os conceitos científicos. Cada uma das diferentes representações estabelece uma zona de perfil conceitual que é utilizada dependendo do contexto, sendo essa constituída de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos (RODRIGUES; MATTOS, 2007).

Quando olhamos para o ensino de ciências, sabemos que os cientistas utilizam visões epistemológicas mais convenientes e não necessariamente as mais modernas para fazer ciência (BACHELARD, 1991). Isso se dá devido ao fato de o discurso, muitas vezes, ser moldado de forma a contribuir para um maior entendimento e apropriação do conceito científico, culminando, frequentemente, em uma abordagem metodológica pouco construtivista e que prioriza a memorização do conceito.

Com o aprendizado restrito à memorização de conteúdos, pensando que cada estudante desenvolve seus aprendizados e habilidades de maneira diferente, inevitavelmente, surge uma heterogeneidade nos modos de pensar e falar que, quando desejamos intervir em sua dinâmica com o objetivo de construir uma teoria sobre ensino e aprendizagem mais significativa e que atenda as reais necessidades dos estudantes, torna-se necessário modelar essa heterogeneidade de discurso e pensamento (EL-HANI et. al, 2015).

Modelos de perfis conceituais são construídos para um determinado conceito e são constituídos por várias zonas, que são representações de um modo particular de pensar sobre esse conceito, relacionada a uma forma particular de falar. Cada zona é individualizada por compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos subjacentes ao discurso. O primeiro compromisso está associado ao fazer ciência e como os conceitos científicos são elaborados; o compromisso ontológico, por sua vez, refere-se à natureza do objeto, pensando na multiplicidade de significados associados a um único conceito; já o compromisso axiológico, se relaciona a uma ideia de valor associado à escolha ou entendimento daquele determinando conceito (RODRIGUES; MATTOS, 2007).

Silva e Amaral (2013) propuseram um perfil conceitual para substância, a partir de um levantamento de dados em diversas fontes como textos de História da Química,

artigos da área de Ensino de Ciências, questionários e entrevistas semiestruturadas, aplicados a estudantes do ensino médio e superior, podendo estabelecer zonas do perfil caracterizadas por compromissos epistemológicos e ontológicos, sendo essas zonas: generalista, essencialista, substancialista, racionalista e relacional. Assim, eles puderam perceber que entender a existência de um perfil conceitual em modos de pensar e formas de falar dos estudantes pode ajudar o professor no planejamento de ensino do conceito de substância, possibilitando que ele tenha conhecimento de que possíveis concepções podem emergir durante a aula, podendo situá-las em contextos adequados.

Trabalhos como esse não são pensados apenas na Química. Ribeiro (2013) identificou diferentes significados do conceito de equação, atribuindo a esse conjunto de significados o nome de Multissignificados de Equação. O autor buscou identificar formas de falar e modos de pensar que estabelecessem algumas zonas de um perfil conceitual de equação, apresentando um perfil constituído pelas zonas: pragmática, geométrica, estrutural, processual e aplicacional. Ele entende que o estudo do perfil conceitual possibilita instrumentalizar os professores para que possam compreender a diversidade de significados que podem compor os conhecimentos de seus alunos, podendo abrir caminho para que as salas de aulas se tornem espaços ricos de interação e de diálogo entre estudantes, professores e os conhecimentos de determinada área, propiciando novos contextos de construção de significados.

Tomar consciência da ideia de perfil conceitual pode contribuir para uma maior compreensão das diversas maneiras utilizadas no discurso de quem faz e deseja aprender ciências, em face aos diversos contextos que constitui essa prática, levando em consideração que, um estudante dificilmente conseguirá perceber essa multiplicidade de sentidos como uma característica natural da ciência, não abandonando essa ideia de que os conceitos científicos são únicos e bem definidos (PEREIRA, 2020).

Baseado em Mortimer, Scott e El-Hani (2009), acredita-se que o modelo do perfil conceitual pode ser entendido como uma ferramenta metodológica para analisar a evolução conceitual em sala de aula, trazendo explicações para uma persistência das ideias informais dos estudantes. A partir do perfil conceitual, podemos organizar essa diversidade de modos de pensar e formas de falar sobre um conceito, situando-os em contextos que façam sentido para o estudante.

2.1.O perfil conceitual de molécula

Levando em consideração os discursos não científicos, sendo esses adequados para algumas esferas da vida mas não adequados para a prática científica, como sendo importantes precursores da construção do significado, a aprendizagem de ciências pode ser entendida, pela ótica dos perfis conceituais, por meio de dois processos interligados: o entendimento e apropriação de novas zonas do perfil conceitual e a clarificação da multiplicidade de formas de pensar e falar que um perfil encerra (EL-HANI; MORTIMER, 2007).

A ideia de molécula evoluiu ao longo dos anos, fazendo-nos perceber como o discurso acerca desse conceito se tornou múltiplo. Mortimer e Amaral (2014) avaliaram esse processo e perceberam que esse conceito perpassou por diversas gerações históricas, sendo algumas percepções muito características do conceito. Por exemplo, a ideia de substancialismo, que auxiliou na elaboração dos compromissos para a zona “Substancialismo”, caracterizada por atribuir propriedades macroscópicas aos átomos e moléculas, se faz presente até hoje nos discursos de sala de aula. Podemos observar também um discurso presente no traçado histórico da Química, associado às ideias que remetem aos princípios básicos da alquimia, contribuindo para a construção dos compromissos da zona “Primeiros princípios”. (PEREIRA, 2020)

Para as formas de pensar sobre molécula, Pereira (2020, p.59) propõe o perfil conceitual constituído de seis zonas: primeiros princípios, substancialismo, átomos geometricamente arranjados, composicionista, interacionista e molécula moderna.

A seguir, encontra-se o Quadro 1 com as seis zonas e suas definições.

Quadro 1- Zonas do perfil conceitual de molécula e suas definições.

ZONAS DO PERFIL DE MOLÉCULA	DEFINIÇÕES DAS ZONAS
<i>Primeiros princípios</i>	Cada ser material é composto por uma matéria primordial e uma forma de ser. Princípios não materiais e de transmutação, que deram origem às formas de pensar, como a Alquimia.
<i>Substancialismo</i>	A menor parte (molécula) tem as mesmas propriedades – como temperatura de ebulição, temperatura de fusão, cor, etc. – do todo (substância)

<i>Átomos geometricamente arranjados</i>	As propriedades de qualquer corpo material dependem da sua topologia (como os átomos estão ordenados) e da sua geometria (arranjo dos átomos)
<i>Composicionista</i>	A molécula é constituída por partes específicas (átomos, grupos funcionais, ligações químicas), e determinadas propriedades observadas para as substâncias são devidas à constituição/composição molecular, ou seja, dependem do número e do tipo dos átomos que compõem a molécula.
<i>Interacionista</i>	As características da molécula estão relacionadas à ligação química estabelecida entre os átomos. As propriedades da substância estão associadas à interação que a molécula realiza com outras moléculas ou com o meio.
<i>Molécula moderna</i>	A estrutura molecular é uma coleção de núcleos e elétrons deslocalizados no qual as partículas idênticas são indistinguíveis e as ligações entre os átomos são explicadas por meio de orbitais.

FONTE: Pereira (2020, p. 62)

Pereira (2020) discute que, as zonas átomos geometricamente arranjados e composicionista, por remeterem à ideia da molécula na química clássica, vinculam-se às noções estruturalistas e constitucionais das moléculas, distanciando de aspectos energéticos e estudos em uma perspectiva quântica.

Na zona interacionista, a mesma autora discute que, inicia-se uma observação de aspectos relacionados à química moderna, uma vez que as interações, sejam elas interatômicas, intramoleculares ou intermoleculares, são explicadas pelas relações energéticas envolvidas. Pereira (2020, p.69) discute que: “(...) a ideia central estabelecida nessa zona é que as interações entre os átomos explicam as características das moléculas, e as interações entre as moléculas justificam as propriedades das substâncias.”

Já para a zona molécula moderna, Pereira (2020) mostra que essa pode ser caracterizada por formas de falar que demonstram conhecimento sobre as moléculas em uma perspectiva da química moderna. Ou seja, argumentos que utilizam dos conceitos que remetem à física e química quântica, como o conceito de orbital por exemplo, são

utilizados para definir a molécula, mostrando uma compreensão dos aspectos quânticos envolvidos.

Por fim, para a zona substancialismo, Pereira (2020) entende que o fato de a molécula ser considerada a própria substância é uma forma de falar que remete a ideia central dessa zona. Acredita-se que há uma transposição direta das propriedades da substância para características da molécula, sendo que, não se observa, por parte dos estudantes, um entendimento de que a substância é formada por um conjunto de moléculas.

2.2. Ensino de Química Orgânica

Em consequência às dificuldades de aprendizado em química manifestadas por estudantes durante o ensino médio e trazidas por eles até o ensino superior, alguns obstáculos são observados durante a graduação, como por exemplo, limitações conceituais ou até mesmo concepções equivocadas sobre a ciência e os conceitos científicos (FOUREZ, 2003).

Levando em consideração que a Química é uma ciência responsável por abordar os avanços tecnológicos decorrentes de seus estudos e pesquisas, quando olhamos para as atividades relacionadas aos processos de ensino formal em Química, nos deparamos com uma abordagem muito tradicionalista, com aulas expositivas focadas na memorização de conceitos desconexos da realidade dos estudantes (ALVES, SANGIOGO & PASTORIZA, 2021). O insucesso disso nos mostra a necessidade de um maior entendimento e aprofundamento de estudos relacionados às diferentes abordagens teórico-metodológicas envolvendo o ensino de ciências, buscando abrandar as dificuldades de compreensão e construção dos conceitos científicos pelos estudantes (QUADROS & MORTIMER, 2016).

Como discute Rodrigues, Silva e Quadros (2011), poucas investigações vêm sendo realizadas na área de Química Orgânica no Ensino Superior, destacando como justificativa para tal necessidade, a variedade de conteúdos que apresentam dificuldades de construção do conhecimento, que muitas vezes se dão em detrimento ao distanciamento do conceito da realidade do estudante, dificuldades com a linguagem científica e relação de conceitos da Química Orgânica com outras disciplinas, sendo que, cabe ao professor minimizar esse primeiro aspecto.

Como alternativas a essas dificuldades de aprendizagem em Química Orgânica, pesquisas sugerem que professores utilizem de artigos científicos como recurso didático, experimentação e até mesmo a busca de novas metodologias e abordagens didáticas, com o intuito de promover uma maior construção do conhecimento e facilitar o entendimento dos fenômenos. (SOUZA *et al.*, 2012)

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa pode ser entendida como sendo uma pesquisa qualitativa, de caráter interpretativo e descritivo, conforme discute Severino (2007), que diz que uma pesquisa qualitativa se baseia na busca por reflexões subjetivas acerca do que está sendo estudado, propondo comparações e explicações para fatos que não podem ser mensurados, não abandonando o rigor e a qualidade de uma pesquisa científica.

Essa foi desenvolvida nos semestres 2021/1 e 2021/2 de uma instituição de ensino superior (IES) sul mineira, o que corresponde no calendário civil, aos meses de agosto de 2021 a abril de 2022. A coleta de dados envolveu uma turma da disciplina Química Orgânica I e uma turma da Química Orgânica II, e as demais atividades foram distribuídas conforme cronograma mostrado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2- Cronograma de ações

ATIVIDADE	2021				2022			
	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR
<i>Estudo e elaboração do referencial teórico</i>	x	x	x	x	x	x		x
<i>Preparação Metodológica</i>	x	x	x	x				x
<i>Coleta de dados</i>			x	x				
<i>Análise dos dados</i>					x	x	x	x

FONTE: Autor

Para a coleta dos dados, foi elaborado um questionário com seis perguntas discursivas, com o auxílio das professoras parceiras, sendo essas as docentes responsáveis pelas disciplinas nos semestres analisados, e da orientadora desta pesquisa, que abordavam conceitos estudados durante as disciplinas, com o intuito de investigar como os estudantes manifestavam em suas respostas, formas de falar e modos de pensar sobre o conceito de molécula. Cabe ressaltar que o mesmo questionário foi aplicado para as duas turmas, sendo que os conteúdos e materiais abordados pelas professoras durante as disciplinas, foram previamente avaliados, para que fosse elaborado um questionário com o mesmo grau de aprofundamento tratado por elas ao longo do semestre.

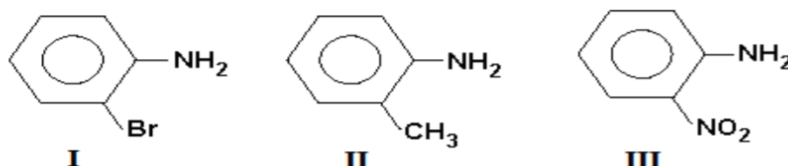
Esse questionário foi validado, a partir da resposta de seis estudantes do curso de Química da universidade em questão, que já tivessem cursado as disciplinas de Química Orgânica e que não estivessem vinculados à pesquisa. Tal ação foi feita, para que se pudesse avaliar a coerência e entendimento das questões propostas.

A ordem das perguntas apresentadas foi pensada de forma que, questões que apresentam uma ideia direta que o objetivo do questionário é investigar qual o

entendimento do respondente sobre o conceito de molécula foram colocadas por último, de forma a não influenciar as respostas para as outras questões, que abordam esse entendimento de forma mais subjetiva.

A seguir, temos as perguntas utilizadas no questionário e as expectativas de respostas com as zonas do perfil conceitual esperadas. Cabe ressaltar que as questões foram elaboradas de forma a incitar a manifestação de determinadas zonas do perfil conceitual de molécula para a respectiva questão, haja visto que pretendemos observar como os estudantes manifestam essas diversas zonas em suas respostas.

1. A acidez e a basicidade são importantes propriedades relacionadas às substâncias orgânicas. Essas propriedades possuem relação direta com a reatividade e a purificação dos compostos orgânicos. Observe as aminas a seguir.

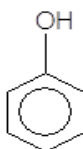


Pensando no critério de basicidade dos compostos orgânicos nitrogenados, temos que o composto que apresenta maior basicidade é o composto II, seguido pelo composto I e o menos básico é o composto III. Apresente argumentos que justifique essa ordem de basicidade.

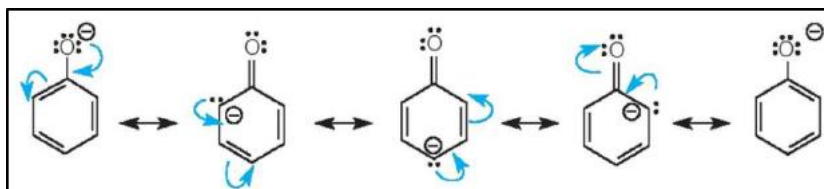
Resposta: Moléculas nitrogenadas são bases de Lewis – doadoras de par de elétrons. O caráter básico destes compostos advém da maior ou menor disponibilidade do par eletrônico não ligante sobre o átomo de nitrogênio, de acordo com os grupos ligados a ele. Grupos arila (fenil ou seus derivados) reduzem a disponibilidade eletrônica sobre o N porque o par de elétrons não ligante do nitrogênio participa da ressonância no anel aromático.

Zonas esperadas: Compositorista, Átomos geometricamente arranjados e Substancialismo

2. Ilustre todas as estruturas de ressonância para o fenol. Qual delas é a mais estável? Justifique sua resposta.



Resposta:



Pode ser observado três estruturas de ressonância, sendo duas semelhantes e a que se diferencia um pouco é a mais instável, pois demanda separação das cargas, ocasionando em um aumento de energia e, conseqüentemente, uma maior instabilidade.

Zonas esperadas: Átomos geometricamente arranjados e Molécula Moderna.

3. Por que a solubilidade em água dos álcoois de baixa massa molecular diminui à medida que a massa molecular aumenta?

Resposta: A cadeia carbônica (porção hidrofóbica) não é suficientemente grande para impedir a formação da ligação de hidrogênio entre a hidroxila do álcool e os hidrogênios da água (ou hidrogênio da hidroxila do álcool com o oxigênio da água). Cadeia carbônica grande (mais de 5 carbonos) representam uma porção hidrofóbica grande o suficiente para impedir a aproximação das moléculas de água.

Zonas esperadas: Interacionista, Compositorista e Átomos Geometricamente Arranjados

4. A seguir encontra-se representado as estruturas de ressonância do benzeno (Figura A) e o híbrido de ressonância do benzeno, em que fica evidente a deslocalização dos elétrons π como consequência natural da formação de uma nuvem eletrônica acima e a seguir do plano da molécula (Figura B). Observe as figuras:

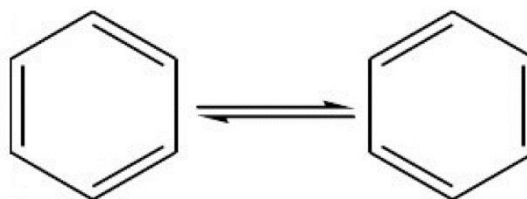


FIGURA A

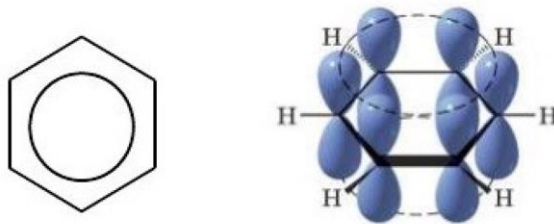


FIGURA B

Quais as semelhanças e diferenças entre as representações mostradas na Figura A e na Figura B?

Resposta: As semelhanças são os números de átomos e elétrons representados. A diferença é que na Figura B há uma estrutura que representa o híbrido de ressonância, ou seja, a deslocalização dos elétrons na nuvem eletrônica que é formada pela sobreposição dos orbitais p perpendiculares ao anel formado pelos carbonos.

Zonas esperadas: Molécula moderna

5. Todo material é constituído por moléculas? Justifique sua resposta.

Resposta: Nem todo material é constituído por moléculas, visto que temos materiais que não possuem átomos ligados covalentemente entre si, formando entidades que se interagem.

Zonas esperadas: Todas.

6. Qual a definição de molécula?

Respostas:

R1: Moléculas são entidades constituídas por átomos, com número determinado e organização definida, ligados covalentemente entre si.

Zona(s) esperada(s): átomos geometricamente arranjados.

R2: Moléculas são entidades formadas pela sobreposição de orbitais atômicos dos átomos que as constituem e originam orbitais moleculares. Essas moléculas interagem entre si para formar as substâncias moleculares.

Zona(s) esperada(s): Molécula moderna.

R3: Moléculas são substâncias constituídas por átomos.

Zona(s) esperada(s): substancialismo.

R4: Nem todo material é constituído por moléculas, visto que temos materiais que não possuem átomos ligados covalentemente entre si formando entidades que se interagem.

Zona(s) esperada(s): todas.

O questionário foi criado no sistema Google Formulários, sendo o acesso das respostas restrito ao autor e orientadora dessa pesquisa. Para que os estudantes pudessem respondê-lo, um link foi disponibilizado pelas professoras parceiras no ambiente virtual das disciplinas ao final do semestre letivo de 2021/1, como sendo uma atividade complementar das disciplinas, levando em consideração o contexto de Ensino Remoto Emergencial (ERE) em que a universidade se encontrava. Obteve-se 45 questionários respondidos, sendo trinta estudantes respondentes da disciplina Química Orgânica I e quinze estudantes da disciplina Química Orgânica II, correspondendo ao número total de estudantes matriculados nas disciplinas.

As respostas dos estudantes foram analisadas a partir dos compromissos estabelecidos para as zonas do perfil conceitual de molécula, conforme Pereira (2020, p. 64), como é mostrado no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3- Formas de falar, os compromissos estabelecidos e as zonas que remetem.

Formas de falar	Compromissos ontológicos e epistemológicos	Zonas do perfil conceitual de molécula
<p>“Molécula é uma substância com número fixo de átomos ligados covalentemente entre si.”</p> <p>“Molécula é uma substância onde há combinação de diferentes átomos entre si.”</p> <p>“Molécula é toda substância formada por dois ou mais átomos.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A molécula individual retém todas as propriedades da substância (ontológico). - As propriedades macroscópicas da substância são atribuídas ao átomo ou à molécula (ontológico). - A molécula é uma substância (epistemológico). 	Substancialismo
<p>“Moléculas são arranjos de átomos em uma proporção definida.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A molécula é uma organização de átomos com arranjo espacial específico (epistemológico). 	Átomos geometricamente arranjados

<p>“Molécula é uma estrutura formada por um ou mais átomos.”</p> <p>“Moléculas seriam arranjo de átomos.”</p> <p>“Um arranjo aproximadamente tetraédrico dos pares de elétrons de uma molécula de água que resulta quando os pares de elétrons isolados são considerados ocupando os vértices. Este arranjo explica a forma angular da molécula de água.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A molécula possui uma estrutura bem definida(epistemológico). - Para diferir quais são os compostos identificados por fórmulas moleculares, é preciso dizer a organização dos átomos (ontológico). 	
<p>“A diferença nas temperaturas de ebulição pode ser explicada pelo fato de que a presença de grupos funcionais contribui para o aumento da T.E., uma vez que eles tornam mais difícil a quebra da molécula.”</p> <p>“A primeira amina possui duas ligações de H enquanto a segunda apresenta uma só. Essa ligação é considerada forte e por isso faz com que a molécula tenha uma T.E mais alta.”</p> <p>“Molécula é constituída de vários pedacinhos.”</p> <p>“Molécula de água é igual eu te falei (sic), um O e os dois H.”</p> <p>“Molécula é um conjunto de átomos que formam uma unidade mínima de um material, com características iguais a outra unidade mínima”</p> <p>“A maioria das biomoléculas deriva dos hidrocarbonetos, tendo átomos de hidrogênio substituídos por uma grande variedade de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A composição da molécula justifica as propriedades da substância (ontológico). - A molécula é constituída de determinados tipos de átomos (epistemológico). - Os compostos são classificados conforme a composição da molécula (ontológico). - A molécula é um conjunto de átomos (epistemológico). 	<p>Compositorista</p>

<p>grupos funcionais que conferem propriedades químicas específicas à molécula”</p>		
<p>“É possível solubilizar o fulereno porque ele tem uma estrutura mínima, ou seja, moléculas de C60 que interagem entre si, portanto para solubilizá-lo é necessário romper apenas interações intermoleculares [...]”.</p> <p>“A cor do material é devido (sic) como ele absorve e reflete a luz. Neste caso por se tratar de materiais com estruturas diferentes cada um possui formas específicas de interagir com a luz.”</p> <p>“Molécula é a ligação entre átomos que nesse caso tem uma ligação covalente e tem interações em várias moléculas.”</p> <p>“Molécula pra mim é diretamente uma ligação[...] Uma molécula de água pra mim é uma ligação covalente entre oxigênio e hidrogênio.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - As propriedades das substâncias são justificadas pela interação entre as moléculas (ontológico). - A molécula é formada pela interação de átomos, ou seja, ligações químicas (epistemológico). - As propriedades do material são justificadas pela interação dele (ou de suas moléculas) com o meio (ontológico). 	<p>Interacionista</p>
<p>“Molécula é um composto formado por ligação química onde orbitais atômicos formam um orbital molecular, compartilhando elétrons.”</p> <p>“Molécula é um conjunto de átomos homo ou heteronucleares.”</p> <p>“Molécula é um conjunto, uma união de átomos e orbitais.”</p> <p>“Os dois elétrons da molécula de H₂ ocupam o orbital molecular de menor energia (ligante) e forma (sic) uma molécula estável.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Molécula é formada por uma combinação de orbitais (epistemológico). - Molécula é uma combinação de núcleos e elétrons (epistemológico). - Molécula é formada quando orbitais atômicos se combinam e formam orbitais moleculares (ontológico). - Nas moléculas, os elétrons transitam em regiões denominadas orbitais (ontológico). 	<p>Molécula moderna</p>

<p>“Cada ligação σ (sigma) em uma molécula poliatômica é formada pelo emparelhamento dos spins dos elétrons em quaisquer orbitais atômicos que tenham simetria cilíndrica em torno do eixo internuclear relevante.”</p> <p>“De um certo ponto de vista uma molécula é um arranjo estável de um grupo de núcleos e elétrons”</p>		
---	--	--

FONTE: Pereira (2020, p. 64)

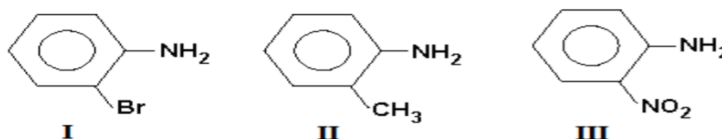
Após a análise dos dados e associação das respostas às respectivas zonas do perfil de molécula, foram construídos gráficos através do software EXCEL, que buscaram mostrar, em porcentagem, o número de vezes que esses modos e formas de falar e pensar manifestados nas respostas dos estudantes se aproximaram de alguma zona do perfil conceitual de molécula, sendo essas definidas como a frequência de manifestação, para as duas disciplinas. Cabe destacar que, algumas respostas dos estudantes demonstravam erros conceituais ou concepções alternativas de determinado conceito, mas apresentavam formas de falar e modos de pensar que remetiam aos compromissos de determinadas zonas do perfil de molécula, e por isso não foram excluídas das análises.

Também foi observado a presença de respostas híbridas, que pode ser entendida como uma resposta que apresenta modos de pensar e formas de falar que remetem a compromissos de mais de uma zona. Com isso, uma nova contagem das respostas foi feita, buscando quantificar as respostas que apresentaram características de uma resposta híbrida, sendo esse dado discutido posteriormente. Cabe ressaltar que, as respostas quantificadas como híbridas se sobrepõem, em frequência, àquelas contabilizadas de maneira individual nas diferentes zonas, pelo fato de as respostas híbridas ocorrerem entre diferentes zonas, não sendo viável, para apresentação dos dados, indicar todas as combinações distintas possíveis para cada questão, semelhante ao que feito em Pereira (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

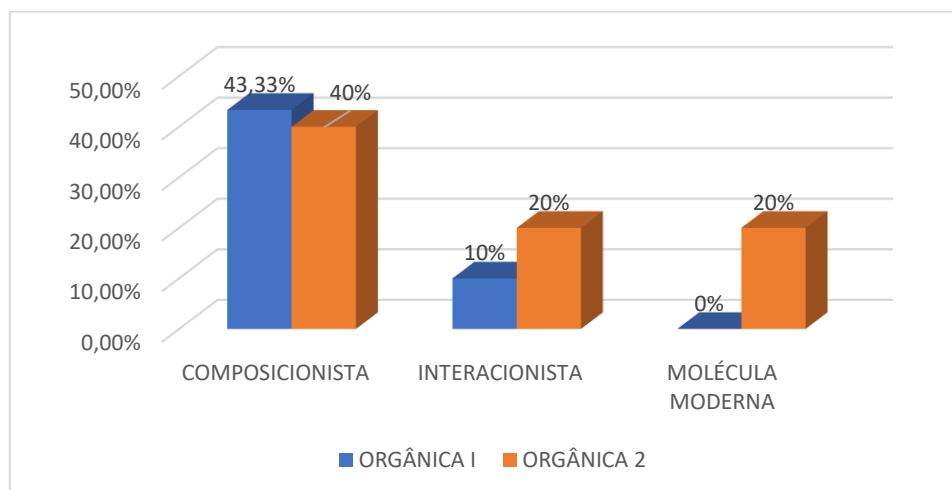
Após a análise e organização dos dados, neste item, apresentaremos os gráficos e retomaremos com as questões para auxiliar o entendimento. A seguir, temos a questão 1 e o Gráfico 1, que apresenta os dados obtidos para tal questão, para as duas disciplinas.

1. A acidez e a basicidade são importantes propriedades relacionadas às substâncias orgânicas. Essas propriedades possuem relação direta com a reatividade e a purificação dos compostos orgânicos. Observe as aminas a seguir.



Pensando no critério de basicidade dos compostos orgânicos nitrogenados, temos que o composto que apresenta maior basicidade é o composto II, seguido pelo composto I e o menos básico é o composto III. Apresente argumentos que justifique essa ordem de basicidade.

Gráfico 1- Frequência das zonas manifestadas nas respostas dos estudantes na questão 1 do questionário.



FONTE: Autor.

Pode-se perceber que temos uma maior manifestação da zona compositorista, tanto para a disciplina Orgânica 1 quanto para a Orgânica 2. Acredita-se que pelo fato da questão 1 discutir conceitos relacionados a acidez e basicidade de compostos orgânicos, sendo esses fenômenos comumente associados à composição das estruturas apresentadas,

estudantes utilizam em suas respostas, argumentos relacionados à composição da molécula. O fato da porcentagem de manifestação da zona composicionista ter diminuído da Orgânica 2 em relação à Orgânica 1 possivelmente pode ser explicado pelo fato de que na Orgânica 2, discussões sobre reações envolvendo compostos nitrogenados são propostas, conteúdo esse que também é referido em Solomons (2006), que é o referencial base adotado para as duas disciplinas. A partir das discussões desses conteúdos, acredita-se que pode haver um maior entendimento dos estudantes sobre tal fenômeno, indo além da ideia de composição da molécula. Contudo, percebe-se que o decaimento na porcentagem é baixo, fator esse que acredita-se ser justificado pela resistência ou dificuldade em aprofundar a construção do significado sobre determinado fenômeno químico. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 1, em que o fragmento em negrito se caracteriza como formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos da zona composicionista.

Questionário 7: “(...) Ao analisar os grupos ligados à molécula (CH₃, Br e NO₂), temos que o NO₂ é o grupo mais eletronegativo. Portanto, a molécula III seria menos básica do que as outras. Observando as moléculas I e II, vemos que o grupo Br é mais eletronegativo do que o grupo CH₃. Sendo assim, a molécula I é menos básica que a molécula II.”

Pode-se observar também a manifestação da zona interacionista, que pode ser justificada pelo fato dos estudantes explicarem a ordem de basicidade utilizando do conceito de eletronegatividade, se caracterizando como uma ideia de interação dos constituintes da molécula. O aumento da porcentagem de manifestação dessa zona na Orgânica 2 em comparação com a Orgânica 1, pode ser explicada pelo fato de que na Orgânica 2, pelo conteúdo programático da disciplina, são propostas mais discussões sobre as interações das moléculas para a ocorrência de reações orgânicas, podendo justificar esse maior entendimento das interações ocorridas. Sendo essa zona não era esperada como possibilidade de manifestação durante a elaboração do questionário, a manifestação de formas de falar e modos de pensar que remetem aos compromissos dessa zona pode ser explicado pelo fato da propriedade de basicidade possuir relação direta com a reatividade de compostos orgânicos, sendo esses entendidos a partir das interações que ocorrem entre os compostos.

A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 1, que se caracteriza como formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos da zona

interacionista. Nesse exemplo, podemos observar também a presença de um erro conceitual, em que o estudante atribui propriedades da molécula ao composto, manifestando essa dificuldade que existe em discutir fenômenos científicos transitando entre o micro e o macro.

Questionário 9: “*Os grupos mais eletronegativos possuem maior afinidade por elétrons, se comportando de forma diferente das bases. Portanto, quanto mais eletronegativo for um composto, menor será sua basicidade.*”

Por fim, outra zona manifestada que pode ser observada é a molécula moderna, sendo também uma zona que não era esperada para essa questão, mas que a presença de formas de falar e modos de pensar que remetem aos compromissos dessa zona pode ser explicado pela ideia de que alguns estudantes podem ter um entendimento maior sobre a molécula numa perspectiva da Química moderna, possivelmente, pelo fato de a matriz curricular do curso conter disciplinas que antecedem as disciplinas de orgânica, que discutem um pouco sobre esse tema, como pode ser observado em seus conteúdos programáticos. Com isso, os estudantes utilizam de argumentos para justificar a basicidade dos compostos que remetem a compromissos dessa zona, como poder ser observado no exemplo a seguir.

Questionário 10: “*Se os grupos ligados ao nitrogênio forem aromáticos, o par de elétrons não ligante do nitrogênio está envolvido em ressonância com o anel aromático, diminuindo a basicidade. A presença de grupos que aumentam a densidade eletrônica do anel, aumentam a basicidade, enquanto grupos que diminuem a densidade eletrônica do anel, diminuem a basicidade.*”

Posteriormente, temos a questão 2 e o Gráfico 2 mostrados a seguir, em que, no gráfico, podemos observar os dados obtidos para tal questão, para as duas disciplinas.

2. Ilustre todas as estruturas de ressonância para o fenol. Qual delas é a mais estável? Justifique sua resposta.

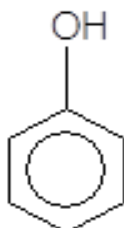
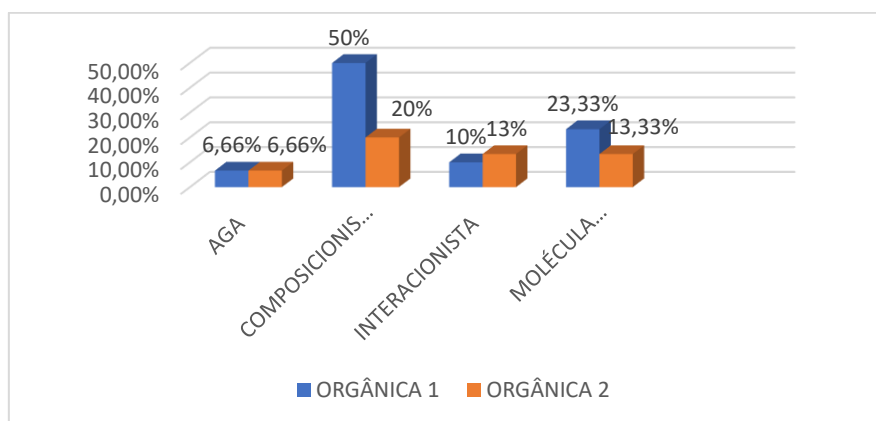


Gráfico 2-Frequência das zonas manifestadas nas respostas dos estudantes na questão 2 do questionário.



FONTE: Autor.

Pode-se observar que a zona Átomos Geometricamente Arranjados (AGA) foi igualmente manifestada em ambas as disciplinas. Acredita-se que isso se deu pelo fato de essa questão abordar a ideia de estruturas de ressonância, remetendo à organização espacial da estrutura da molécula, fazendo com que os estudantes utilizem da ideia de geometria molecular para apresentar argumentos que justifiquem sua resposta. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 2, em que o trecho em negrito se caracteriza como formas de falar e modos de pensar que se aproximam de compromissos da zona AGA.

Questionário 36: “*A estrutura 1 é mais estável, já que o posicionamento das ligações causa uma menor instabilidade, devido a separação de cargas, sendo um contribuinte de ressonância que apresenta carga negativa em átomos altamente eletronegativos.*”

Outra zona que foi manifestada nessa questão é a composicionista, sendo que, houve uma maior frequência dessa zona na orgânica 1. Acredita-se que isso ocorreu pelo fato dessa disciplina tratar muito sobre a estrutura e composição dos compostos orgânicos, como apresentado no Solomons (2006), fazendo com que os estudantes utilizem de argumentos em suas respostas que remetam aos grupos funcionais e constituintes da molécula. A manifestação dessa zona não era esperada para essa questão, mas pode ser explicada pelo fato de a resposta esperada envolver a discussão da ideia de separação de cargas nas estruturas, sendo que essas cargas estão associadas aos elementos que compõe essas estruturas, resultando no aparecimento desse argumento para responder à questão. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 2, que se caracteriza

como formas de falar e modos de pensar que remetem a compromissos da zona composicionista.

Questionário 17: “O I é o mais estável, pois o oxigênio sendo muito eletronegativo, apresenta carga negativa, o que deixa a estrutura mais estável.”

Outra zona que pode ser observada a manifestação, sendo essa maior na Orgânica 2, é a interacionista. Considerada uma zona não esperada nas respostas para essa questão, por ser uma questão que trata muito sobre o entendimento estrutural da molécula, essa pode ser explicada pelo argumento da separação de cargas. Observa-se que os estudantes utilizam do conceito de eletronegatividade para justificar a estabilidade da estrutura, sendo mais presente esse argumento em questionários da Orgânica 2, possivelmente devido a presença do tópico “Compostos Fenólicos” no conteúdo programático da disciplina, gerando um maior aprofundamento sobre o assunto. Isso acontece, possivelmente pelo fato de nesse tópico conter propostas de discussões acerca da estrutura dessa classe de compostos, propriedades específicas e como esses se comportam em algumas reações químicas. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 2, que se caracteriza como formas de falar e modos de pensar que remetem a compromissos da zona interacionista.

Questionário 8: “A conformação III, por causa da distância entre o par de elétrons livre no ciclo e o elétron do oxigênio, havendo assim uma menor repulsão entre os pares de elétrons da molécula de Fenol.”

Outra zona que pôde ser observada para essa questão, é a molécula moderna, sendo essa mais presente na Orgânica 1. Por se tratar de uma questão que aborda a estabilidade de estruturas de ressonância para um determinado composto, era esperado que os estudantes utilizassem de argumentos que se aproximassem da concepção de uma molécula moderna. Levando em consideração que a disciplina Orgânica 1 possui em seu conteúdo programático um tópico que aborda sobre a estrutura de moléculas orgânicas, análise conformacional e ressonância, é justificável que tenha uma frequência maior de manifestações dessa zona para questionários de tal disciplina, pois a discussão sobre esses conteúdos está recente. Além disso, entende-se que um dos papéis do professor em sala de aula é estimular que os estudantes apropriem dessas formas de falar e modos de pensar, fazendo com que os estudantes ampliem seu discurso e entendimento sobre o conteúdo. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 2, que se caracteriza como formas

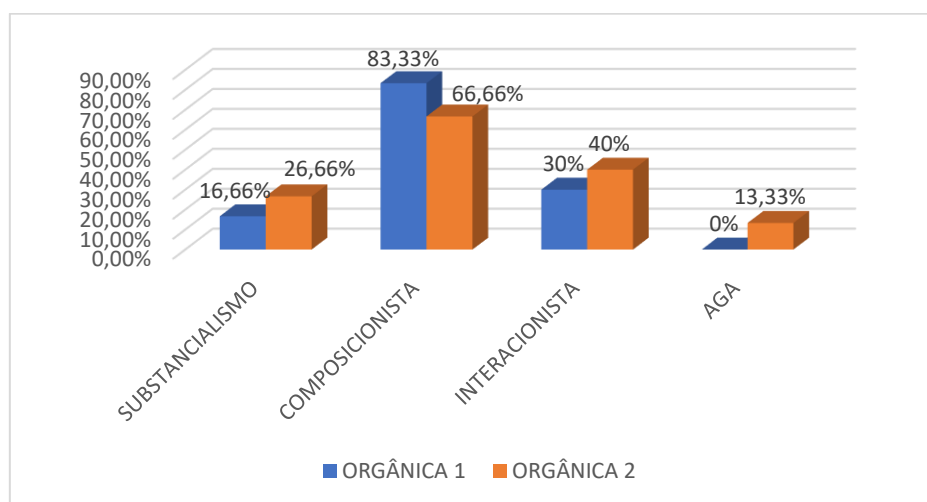
de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para a zona molécula moderna.

Questionário 38: “A estrutura mais estável é a ressonância I, uma vez que o oxigênio provoca um efeito indutivo, formando híbridos de ressonância.”

A seguir, temos a questão 3 abordada no questionário e o Gráfico3 apresentando os dados obtidos para tal questão, para as duas disciplinas.

3. Por que a solubilidade em água dos álcoois de baixa massa molecular diminui à medida que a massa molecular aumenta?

Gráfico 3 - Frequência das zonas manifestadas nas respostas dos estudantes na questão 3 do questionário.



FONTE: Autor.

A partir do gráfico podemos observar a manifestação da zona substancialismo, sendo essa mais frequente na Orgânica 2, em que podemos observar que os estudantes atribuem em suas falas, propriedades da substância a molécula, sendo essa uma forma de falar comumente utilizada em sala de aula, já sinalizada por Rodrigues, Silva e Quadros (2011). E quando pensamos que isso acontece mais em estudantes de uma segunda disciplina da área, isso se torna mais problemático, pois os estudantes estão avançando no curso e não estão conseguindo desenvolver habilidades de transição entre o micro e o macro. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 3, onde o trecho em negrito demonstra formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para a zona substancialismo.

Questionário 26: “Álcoois de massa molecular mais alto têm solubilidade muito menor em água porque o tamanho da parte do hidrocarboneto de sua molécula (reduzindo a solubilidade em água) torna-se muito grande em relação ao tamanho do grupo -OH (aumentando a solubilidade em água). A solubilidade do álcool na água diminui à medida que a cadeia de carbono aumenta. À medida que a cadeia de carbono (hidrofobicidade) aumenta, ela se torna a parte mais importante da molécula, e as substâncias químicas tornam-se cada vez mais difíceis de se dissolver, ou seja, ela se comporta cada vez mais como hidrocarbonetos.”

Podemos observar também a resposta de um estudante que conseguiu diferenciar fenômenos moleculares de propriedades da substância, fazendo essa transição do micro para o macro, como mostra o exemplo a seguir.

Questionário 37: “A solubilidade de álcoois em água diminui com o aumento da cadeia carbônica. Quando a cadeia carbônica (hidrofóbica) aumenta, ela se torna a parte mais significativa da molécula e a substância química se torna cada vez menos solúvel, ou seja, tende a se comportar, cada vez mais, como um hidrocarboneto.”

Outra zona manifestada nessa questão foi a composicionista, sendo essa com maior frequência na Orgânica 1. Acreditamos que isso ocorre pelo fato de a questão proposta tratar de uma propriedade (solubilidade) que está diretamente relacionada com a composição química, sendo essa manifestação maior na primeira disciplina, pelo fato de propriedades físicas de compostos orgânicos ser um tópico amplamente discutido em seu conteúdo programático. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 3, que apresenta formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para a zona composicionista.

Questionário 2: Pois aumenta a quantidade de ligações apolares (C-H), tornando a molécula mais apolar. E moléculas de álcool pequenas tem a ligação polar entre (O-H) e tem maior solubilidade em água.

Posteriormente, temos como zona manifestada a interacionista, sendo essa mais observada na disciplina Orgânica 2. Como a ideia de solubilidade está diretamente relacionada às interações ocorridas no meio, formas de falar e modos de pensar que aproximem de tal zona foram observados. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 3, que evidencia uma forma de falar característico dessa zona.

Questionário 9: “Porque a solubilidade de álcoois em água diminui com o aumento da cadeia carbônica. Quando a cadeia carbônica hidrofóbica aumenta, ela se torna a parte mais significativa da molécula e a substância química se torna cada vez menos solúvel, ou seja, tende a se comportar, cada vez mais, como um hidrocarboneto.”

Outra zona que foi manifestada para essa questão, ocorrendo apenas para a Orgânica 2, é a zona AGA. Ao observar o conteúdo programático da disciplina, observamos que contém um tópico que busca discutir estruturas e propriedades físicas dos álcoois, dessa forma, entendemos que foram propiciados argumentos que embasaram as respostas dos estudantes da orgânica 2. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 3, com grifo em negrito, que apresenta formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para a zona AGA.

Questionário 8: “Porque cadeias maiores são mais difíceis de serem dissolvidas em água dependendo da polaridade do material, como álcool é apolar, **maiores estruturas terão um arranjo espacial que causará maior dificuldade de se solubilizarem em água.**”

A seguir, temos a questão 4 abordada no questionário e o Gráfico 4, que busca apresentar os dados obtidos para tal questão, para as duas disciplinas.

4. A seguir encontra-se representado as estruturas de ressonância do benzeno (Figura A) e o híbrido de ressonância do benzeno, em que fica evidente a deslocalização dos elétrons π como consequência natural da formação de uma nuvem eletrônica acima e a seguir do plano da molécula (Figura B). Observe as figuras:

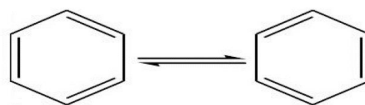


FIGURA A

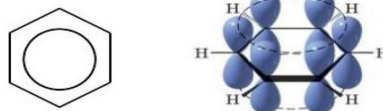
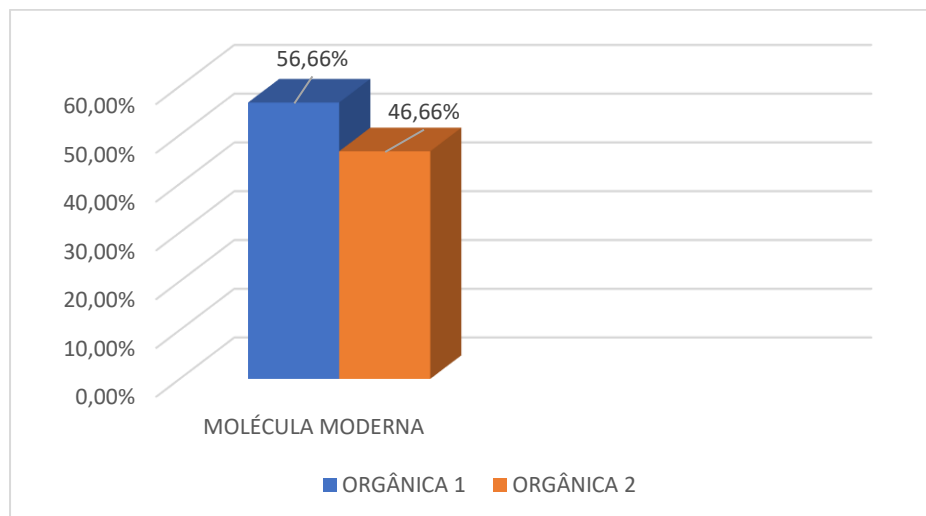


FIGURA B

Quais as semelhanças e diferenças entre as representações mostradas na Figura A e na Figura B?

FONTE: Autor.

Gráfico 4- Frequência das zonas manifestadas nas respostas dos estudantes na questão 4 do questionário.



FONTE: Autor.

Para essa questão, tivemos apenas como zona manifestada a molécula moderna, sendo mais frequente para a Orgânica 1. Como se trata de uma questão que aborda conceitos que remetem ao entendimento da molécula moderna, perpassando pela ideia de estruturas de ressonância e orbitais moleculares, entende-se a congruência entre os dados obtidos e os esperados. Contudo, cabe refletir que há uma lacuna a ser respondida no ensino de tal conteúdo, pois faz-se questionar se apenas a discussão da ideia de estruturas de ressonância demonstra um entendimento por parte dos estudantes, da molécula moderna, haja visto que esse entendimento de molécula aborda teorias da química quântica na formação de uma molécula. Observamos que os estudantes apresentam dificuldades em elaborar respostas mais aprofundadas sobre o tema. Leal *et. al* (2010, p. 1212) discutem sobre como a química quântica explica a formação de uma molécula nessa perspectiva de química moderna, como pode ser observado no trecho a seguir:

“De acordo com a teoria do orbital molecular (TOM), os orbitais moleculares são formados a partir da combinação linear de orbitais atômicos (CLOA). O número de orbitais moleculares formados será sempre igual ao número de orbitais atômicos envolvidos na sua ligação. (...) Uma ligação covalente entre quaisquer dois átomos é sempre descrita por uma função de onda. Para átomos heteronucleares, como na molécula de HF, a função de onda para o orbital ligante tem uma maior influência, pois existe uma maior densidade eletrônica no átomo de flúor.” LEAL *et. al* (2010, p. 1212)

Assim, podemos perceber que apenas falar sobre estrutura de ressonância não significa que o estudante tenha um entendimento da molécula moderna. Porém, cabe

refletir também que, nas disciplinas aqui investigadas e que compõe a matriz curricular do curso em questão, as discussões sobre o tema parecem não estar sendo suficientes para que os estudantes consigam discutir sobre conceitos de química orgânica calcados na teoria moderna. Portanto, entende-se que, apresentar argumentos que sinalizem o entendimento do conceito de estrutura de ressonância pode contemplar os compromissos associados à zona molécula moderna.

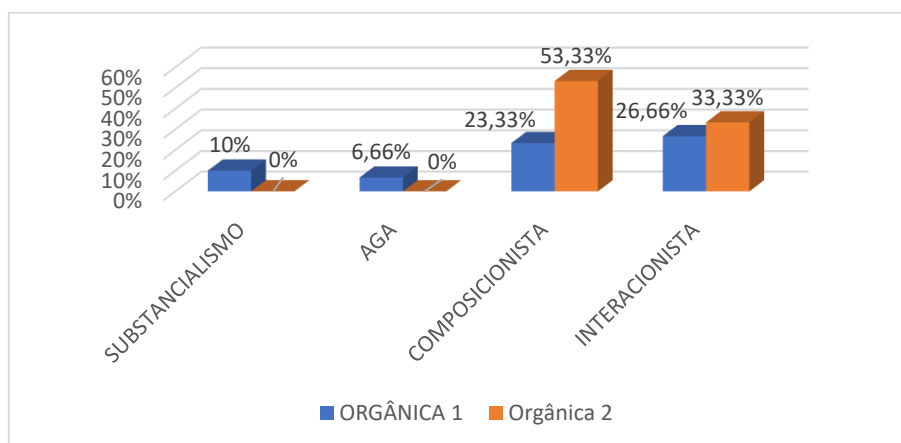
A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 4, que demonstra formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para a zona molécula moderna, sendo uma resposta que demonstra um maior entendimento sobre molécula moderna. Contudo, esse é um exemplo isolado em nosso conjunto de dados.

Questionário 37: “As semelhanças são os números de átomos e elétrons representados. A diferença é que **na figura B tem uma estrutura que representa o híbrido de ressonância, ou seja, a deslocalização dos elétrons na nuvem eletrônica formada pela sobreposição dos orbitais p perpendiculares ao anel formado pelos carbonos.**”

A seguir, temos a questão 5 abordada no questionário e o Gráfico 5, que mostra os dados obtidos para tal questão, para as duas disciplinas.

5. Todo material é constituído por moléculas? Justifique sua resposta.

Gráfico 5- Frequência das zonas manifestadas nas respostas dos estudantes na questão 5 do questionário.



FONTE: Autor.

Avaliando os dados obtidos, pode-se observar a manifestação da zona substancialismo apenas para a Orgânica 1. Acredita-se que, formas de falar e modos de

pensar que remetem aos compromissos estabelecidos para a zona substancialismo estão presentes em respostas de estudantes da primeira disciplina, possivelmente pelo fato de, nos anos iniciais do curso, ainda termos muito arraigados nas concepções dos estudantes a ideia de que a junção de dois ou mais átomos forma a substância. Por isso, os estudantes utilizam desses argumentos para diferenciar molécula de substância, apresentando erros conceituais ou confusão de ideias ao diferenciar esses dois conceitos.

A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 5, em que podemos observar essas formas de falar e modos de pensar que remetem ao que foi discutido no parágrafo anterior.

Questionário 42: “Não, pois um material pode ser constituído apenas por um átomo, formando uma substância.”

Em seguida, observa-se a manifestação da zona AGA, também se mantendo na Orgânica 1. Isso pode ser explicado pelo fato de os estudantes associarem a ideia de matéria como algo que tem massa e ocupa lugar no espaço, remetendo a discussões que perpassam pelo arranjo espacial da estrutura daquele material no espaço e se aproximando dos compromissos da zona em questão. A seguir, temos um exemplo de resposta para a questão 5, que demonstra formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para a zona AGA. Nesse exemplo também, podemos observar formas de falar e modos de pensar que se aproximam de uma resposta híbrida, ou seja, manifesta compromissos de duas ou mais zonas. No exemplo em questão, ao tratar sobre a constituição dos materiais, sua resposta nos remete a formas de falar e modos de pensar da zona composicionista. Esse fato pode ser explicado, possivelmente pelo estudante em questão ter apropriado de uma pluralidade do conceito, alçando mão a diferentes entendimentos sobre um mesmo conceito.

Questionário 17: “Todo material é constituído por moléculas, que por sua vez são constituídas por átomos, que apresentam organização espacial definida e são ligadas por ligação covalente.”

Outra zona que podemos observar nas respostas dos estudantes é a composicionista, sendo essa mais frequente na Orgânica 2. Acredita-se que há surgimento dessa zona nas respostas, pelo fato de os estudantes associarem a ideia de matéria apenas com a sua composição, e não contemplando as ligações e interações que compõe aquele material. Por isso, muitas vezes eles entendem que todo material é constituído por

moléculas, propagando erros conceituais acerca do tema, como mostra a resposta a seguir, como exemplo de formas de falar e modos de pensar que se aproximam dos compromissos estabelecidos para tal zona.

Questionário 22: “*Sim, pois todos materiais são formados por moléculas e as moléculas são formadas por conjuntos dos átomos, e os átomos dão origem à formação de qualquer material existente, sob determinadas pressões e temperaturas.*”

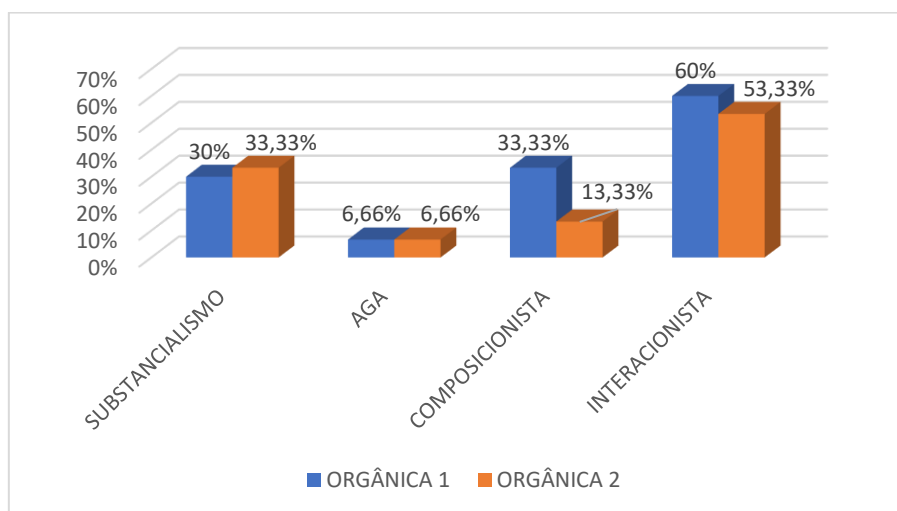
Por fim, outra zona que foi observada é a interacionista, sendo essa com maior frequência na Orgânica 2. Como pode ser observado no conteúdo programático, estudantes dessa disciplina têm discussões sobre as interações que acarretam a ocorrência de reações químicas e fenômenos ocasionados em moléculas orgânicas, tornando-se justificável que eles utilizem desses argumentos para interações e ligações que constituem o material, aproximando-se dos compromissos dessa zona. Exemplo disso pode ser observado na resposta a seguir.

Questionário 25: “*Nem todo material é constituído por moléculas, pois as moléculas são aquelas representadas por ligações covalentes e nem todo material é constituído por ligações covalentes, já que existem as ligações metálicas e as ligações iônicas.*”

Por fim, temos a questão 6 abordada no questionário e o Gráfico 6 mostrando os dados obtidos para tal questão, para as duas disciplinas, como pode ser observado a seguir.

6. Qual a definição de molécula?

Gráfico 6- Frequência das zonas manifestadas nas respostas dos estudantes na questão 6 do questionário.



FONTE: Autor.

Por se tratar de uma questão que aborda diretamente o entendimento do conceito de molécula, a manifestação das cinco zonas era esperada, sendo que, aconteceu de apenas a zona molécula moderna não ter sido manifestada. Podemos entender esse fato devido às disciplinas em questão, e até mesmo outras disciplinas do curso, não discutirem de forma tão aprofundada as teorias da química moderna associadas ao entendimento de conceitos da química orgânica. A seguir, pode ser observado exemplos de resposta para essa questão, em que os trechos em negrito demonstram formas de falar e modos de pensar que remetem a compromissos da zona indicada entre parênteses ao final de cada exemplo.

*Questionário 26: “É um conjunto de átomos, diferentes ou até mesmo iguais, onde se mantêm unidos e **não podemos separá-los sem prejudicar ou destruir as propriedades das substâncias.** (Substancialismo)*

*Questionário 32: “Uma molécula é um grupo eletricamente **neutro que possui pelo menos dois átomos,** todos ligados entre si mediante uma ligação covalente. A menor porção de um corpo que pode existir em estado livres em perder as propriedades da substância originária. Representação da estrutura e propriedades de uma substância composta de um ou mais átomos.” (Composicionista)*

Questionário 37: “Moléculas são formadas pela ligação covalente de átomos. São classificadas quanto ao número de átomos, à geometria e à polaridade, sendo identificadas pela fórmula molecular.” (AGA)

*Questionário 39: “A molécula é formada por um grupamento de dois ou mais átomos, unidos por ligações covalentes. **Quando as moléculas interagem entre elas, por meio das interações intermoleculares,** formam as substâncias que nós conhecemos do cotidiano.” (Interacionista)*

A seguir, temos o Quadro 4, que apresenta uma síntese das zonas esperadas para cada questão em comparação com as zonas manifestadas pelos estudantes.

Quadro 4- Relação de zonas esperadas versus zonas manifestadas pelos estudantes para o questionário.

	<i>ZONAS ESPERADAS</i>	<i>ZONAS MANIFESTADAS</i>
QUESTÃO 1	Composicionista, Átomos Geometricamente Arranjados e Substancialismo	Composicionista, Interacionista e Molécula Moderna
QUESTÃO 2	Átomos Geometricamente Arranjados e Molécula Moderna	Átomos Geometricamente Arranjados, Composicionista, Interacionista e Molécula Moderna
QUESTÃO 3	Interacionista, Composicionista e Átomos Geometricamente Arranjados	Substancialismo, Composicionista, Interacionista e Átomos Geometricamente Arranjados
QUESTÃO 4	Molécula Moderna	Molécula moderna
QUESTÃO 5	Átomos Geometricamente Arranjados, Composicionista, Interacionista, Substancialismo, Molécula moderna	Substancialismo, Átomos Geometricamente Arranjados, Composicionista e Interacionista
QUESTÃO 6	Átomos Geometricamente Arranjados, Composicionista, Interacionista, Substancialismo, Molécula moderna	Substancialismo, Átomos Geometricamente Arranjados, Composicionista e Interacionista

FONTE: Autor.

Pode-se perceber que, estudantes que utilizavam de formas de falar e modos de pensar que remetem aos compromissos da zona substancialismo, atribuíam propriedades da substância para a molécula. Já estudantes que manifestavam em suas respostas,

compromissos da zona AGA, seus argumentos demonstravam um entendimento de que toda molécula, para ser entendida como tal, deveria apresentar um determinado posicionamento e/ou uma determinada geometria. Estudantes que apresentavam em suas respostas características da zona composicionista demonstravam um entendimento de que molécula se constituía de átomos que lhe conferiam determinadas propriedades. Já para a zona interacionista, as respostas de estudantes utilizavam de argumentos que entendiam a formação de uma molécula a partir da ocorrência de ligações covalentes.

Pereira (2020) identificou quais zonas do perfil conceitual de molécula eram apresentadas em Solomons (2006), que é a referência base para o estudo da Química Orgânica. Percebeu-se que a zona átomos geometricamente arranjados foi observada em trechos que remetiam ao arranjo e à geometria das moléculas, o que foi observado em nossa pesquisa também. Contudo, a baixa frequência de manifestação da zona Átomos Geometricamente Arranjados em nossa pesquisa difere do que foi observado pela autora, sinalizando uma possível dificuldade que os estudantes têm em relacionar as propriedades de um material à forma como eles estão ordenados e sua organização espacial, possivelmente pela dificuldade que eles têm em abstrair a representação da molécula no plano de forma tridimensional.

A autora percebeu também que a zona composicionista surgiu em trechos que remetiam à composição das moléculas, haja visto que a identificação de grupos funcionais e da constituição das moléculas é parte fundamental no entendimento de química orgânica. Outra zona observada para esse livro foi a interacionista, sendo essa evidenciada quando o foco da definição era a ligação covalente estabelecida entre os átomos que formam a molécula. Por fim, foi observada a zona molécula moderna em trechos nos quais estavam sendo explicadas as ligações por meio da combinação de orbitais. Todas essas observações realizadas pela autora vão ao encontro do que foi observado em nossa pesquisa, notando-se uma predominância de formas de falar e modos de pensar nas respostas dos estudantes que remetem a compromissos das zonas Composicionista e Interacionista, possivelmente pelo fato de essas disciplinas lidarem muito com mecanismos de reações e interações entre moléculas e suas propriedades.

Diferente do que a autora percebeu na análise de Solomons (2006), em nossa pesquisa, a zona Substancialismo apresentou uma frequência alta de manifestação, revelando uma forma de falar e modo de pensar muito característico de uso em sala de aula, como discutido anteriormente, em que os estudantes comumente atribuem

propriedades da substância à molécula, sendo essas formas de falar ainda utilizadas em materiais didáticos.

Após analisar todas as questões apresentadas, pôde-se perceber que a ideia de avaliar o perfil conceitual de um determinado conceito, inserido em uma determinada área, pode ser interessante para nos ajudar a perceber como os estudantes constroem o conceito, e de como eles estão se apropriando das falas dos professores sobre aquele conteúdo. Além disso, avaliar as diferentes formas de falar e modos de pensar que os estudantes possuem sobre determinado conceito, nos permite abordar diferentes contextos em sala de aula, buscando construir um entendimento mais amplo e adequado sobre os conteúdos.

Pôde-se perceber também a necessidade de pensar em sequências de aulas que promovam a manifestação das diferentes zonas do perfil conceitual de molécula, no sentido de os professores terem mais ciência do perfil e promover as diversas zonas, construindo a ideia de que o conceito científico é algo plural e constituído de diferentes entendimentos sobre um mesmo fenômeno.

Também podemos pensar que, a existência de respostas híbridas nos questionários evidencia que os estudantes apropriam dessa multiplicidade de sentidos que a ciência apresenta, demonstrando a presença de um entendimento conceitual característico do perfil, em que eles utilizam de variadas zonas para resolverem o problema apresentado. De um total de 270 questões respondidas, tivemos 192 repostas híbridas, fato esse que corrobora para o que foi discutido acima. Esses dados nos mostram que, possivelmente há uma polissemia presente nos estudantes que se aproxima com a polissemia do conceito de molécula, como já discutiu Pereira (2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização dessa pesquisa percebemos que, o estudo do perfil conceitual de molécula pode contribuir para o entendimento de diversas formas de falar e modos de pensar utilizadas pelos estudantes, possibilitando o entendimento dos diversos pontos de vista utilizados para explicar o conceito e discussões relevantes sobre o ensino e aprendizagem em Química.

Observamos também que algumas dificuldades de aprendizado em Química Orgânica foram manifestadas pelos estudantes ao responderem o questionário, pelo fato de respostas com erros conceituais ou concepções equivocadas sobre a ciência e os conceitos científicos abordados nessa área.

Metodologicamente, sentimos falta de realizar entrevista com as docentes das disciplinas em questão, além de realizar uma validação das respostas e zonas esperadas para o questionário com elas. Pensamos que assim conseguiríamos ter melhores inferências acerca de alguns modos de pensar e formas de falar que foram manifestadas nas respostas dos estudantes, possibilitando o esclarecimento de alguns pontos, por exemplo, a dificuldade que os estudantes apresentam em transitar entre os níveis micro e macro.

Entendemos que, como as disciplinas de Química Orgânica I e II discutem sobre a constituição da matéria e suas interações, houve uma maior manifestação das zonas substancialismo, composicionista e interacionista. Entende-se que o objetivo dessa pesquisa foi atingido, pois conseguimos avaliar como os estudantes que cursam essas disciplinas utilizaram das diversas zonas do perfil conceitual para o conceito de molécula, proposto por Pereira (2020), podendo perceber a predominância de algumas formas de falar que estão comumente associados a essa área.

Por fim, após a realização dessa pesquisa, entendemos que o estudo do perfil conceitual é de extrema relevância para o entendimento das diferentes formas utilizadas pelos estudantes, ao construir e explicar os conceitos científicos. Acreditamos que estudos como esse podem contribuir para um mapeamento do perfil conceitual de molécula, fazendo-nos perceber como esse perfil é utilizado nas diversas áreas da Química, caracterizando a heterogeneidade desse conceito.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, N. B.; SANGIOGO, F. A.; PASTORIZA, B. dos S. DIFICULDADES NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE QUÍMICA ORGÂNICA DO ENSINO SUPERIOR -ESTUDO DE CASO EM DUAS UNIVERSIDADES FEDERAIS. **Quim. Nova**, Vol. 44, No. 6, 773-782, 2021.

BACHELARD, Gaston. **A filosofia do não**. Lisboa: Editorial Presença. 1991.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Multicultural Education, Pragmatism, and the Goals os Science Teching. **Cultural Studies os Science Education**, vol. 2, n.4, p. 657-687. 2007

EL-HANI, C. N.; AMARAL, E. M. R. do; SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E. F. Conceptual Profiles: Theoretical-methodological Grounds and Empirical Studies. **Procedia- Social and Behavioral Sciences**, p. 15-22, 2015.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.2, 2003.

LEAL, R. C.; NETO, J. M. M.; LIMA, F. das C. A.; FEITOSA, C. M. A QUÍMICA QUÂNTICA NA COMPREENSÃO DE TEORIAS DE QUÍMICA ORGÂNICA. **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 5, 1211-1215, 2010.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SOUZA, Fábio Luiz de; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; SILVA, Marcolina Aparecida Eugênio da. **Química orgânica: reflexões e propostas para o seu ensino**. [S.l: s.n.], 2015.

MORTIMER, E. F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science & Education*, vol. 4 (3), pp. 265-287, 1995.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L.O.F. A conceptual profile for molecule and molecular structure In: *Ars Mutandi: Issues in Philosophy and History of Chemistry*. 1 ed. Leipzig: Leipziger Universitas Verlag, v. único, p. 89-101, 1999.

MORTIMER, E. F; SCOTT, P; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisarem Ensino de Ciências. Florianópolis**. Atas... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

MORTIMER, E. F; AMARAL, L. O. F. Contributions of the Sociocultural Domain to Build a Conceptual Profile Model for Molecule and Molecular Structure. In E. F.

Mortimer & C. N. El-Hani, (Eds.) **Conceptual Profiles: A theory of teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, p. 103-114, 2014.

PEREIRA, R. R. **Perfil conceitual de molécula: heterogeneidade de modos de pensar e falar no ensino superior de Química**. – Belo Horizonte, 176 f., 2020.

QUADROS, A. L.; MORTIMER, E. F. A ATUAÇÃO DE PROFESSORES DE ENSINO SUPERIOR: INVESTIGANDO DOIS PROFESSORES BEM-AVALIADOS PELOS ESTUDANTES. **Quim. Nova**, Vol. 39, No. 5, 634-640, 2016.

RIBEIRO, A. J. ELABORANDO UM PERFIL CONCEITUAL DE EQUAÇÃO: DESDOBRAMENTOS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 55-71, 2013

RODRIGUES, A. M. e MATTOS, C. R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, v.7, p. 323-333, 2007.

RODRIGUES, S. B. V.; SILVA, D. C.; QUADROS, A. L. O Ensino Superior De Química: Reflexões A Partir De Conceitos Básicos Para A Química Orgânica. International year of Chemistry, Química para um Mundo Melhor, **Química Nova**, v. 34, n.10, 2011.

SEVERINO, A. J. **Metodologia de trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, J. R. R. T.da; AMARAL, E. M. R. do. Proposta de um Perfil Conceitual para Substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 13, N.3, 2013

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, Volumes 1 e 2. 8ª edição, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2006.

SOUZA et. al. Avaliação comparativa do nível de conhecimento dos alunos ingressantes nos cursos de química da UEPB. In: **Encontro Nacional de Ciências e Tecnologia/UEPB**, 2012. Campina Grande. Anais... Campina Grande: UEPB, 2012.

Disponível em:
<http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Comunicacao_482.pdf>

VALADÃO, D. L.; NETO, W. N. de A.; LOPES, J. G. da S. Estratégias do agir na prática docente de Química Orgânica no Ensino Superior. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina**,

Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017. *Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts*. New York: Springer, p. 3-33, 2014a.