



CONCEPÇÕES DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA ACERCA DA MATÉRIA

CONCEPTIONS OF THE PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHER ON THE MATTER

Luana Ehle Joras  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

✉ luanaehlejoras@gmail.com

Darize Déglan Borges Beulck Bender  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

✉ darizebender@gmail.com

Valesca Vargas Vieira  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

✉ valesk.vvv@gmail.com

Raquel Tusi Tamiosso  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

✉ raqueltusitamiosso@gmail.com

Maria Rosa Chitolina Schetinger  

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

✉ mariachitolina@gmail.com

RESUMO: Este estudo teve como objetivo investigar as concepções de acadêmicos do 8.º semestre do Curso de Química Licenciatura Plena da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sobre matéria e seus estados físicos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, construída a partir da análise de dois questionários. Os resultados revelaram que os estudantes responderam às questões sob diversas formas e baseados em suas experiências acadêmicas, e até mesmo escolares e pessoais, porém, a maioria dessas respostas foi superficial e carente de termos científicos. De forma geral, muitos conseguem compreender as mudanças de estados físicos, bem como os fatos que levam a essas modificações, porém, alguns ainda têm concepções muito básicas relacionadas à matéria e não tratam detalhadamente sobre a organização e arranjo dos átomos e moléculas em cada um dos estados físicos. Por intermédio dos resultados encontrados nesta pesquisa, é importante conduzir o acadêmico a pensar nos quatro níveis da matéria (macroscópico, submicroscópico, simbólico e características), pois assim, o estudante conseguirá refletir em nível submicroscópico para conduzir experimentos em nível macroscópico, representá-los por meio dos símbolos e entender suas características. Deste modo, faz-se necessário abordar com maior frequência os estados físicos da matéria durante a formação inicial, visto que este tema é central no curso de Química.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Superior. Ensino de Química. Transformações da Matéria. Concepções conceituais de estudantes de Química.

ABSTRACT: This study aimed to investigate the conceptions students in the 8th semester of the Chemistry Course Full Degree at the Federal University of Santa Maria (UFSM) about the matter and its physical states. This is qualitative research, built from the analysis of two questionnaires. The results revealed that the students answered the questions in different ways and based on their academic, and even school and personal experiences, however, most of these answers were superficial and lacking in scientific terms. In general, many manage to understand changes in physical states, as well as the facts that lead to these modifications, however, some still have very basic conceptions related to matter and do not deal in detail with the organization and arrangement of atoms and molecules in each of the physical states. Through the results found in this research, it is important to lead the academic to think about the four levels of the matter (macroscopic, submicroscopic, symbolic, and characteristics), as this way, the student will be able

to reflect on a submicroscopic level to conduct experiments at a macroscopic level, represent them through the symbols and understand their characteristics. Thus, it is necessary to address the physical states of matter during initial training, as this topic is central in the Chemistry course.

KEY WORDS: University Education. Chemistry Teaching. Transformations of Matter. Conceptual students' conceptions of chemistry.

Introdução

A Química é caracterizada pelo estudo da matéria, sua estrutura, propriedades e as transformações de uma forma de matéria em outra (Bettelheim et al. 2016), sendo geralmente considerada de difícil aprendizado, dado que requer uma gama de conhecimentos para ser compreendida (Silva, Filho & Alves, 2020). Diante da situação educacional atual, sugere-se desenvolver um ensino que estabeleça uma conexão com o cotidiano dos educandos e propicie o desenvolvimento de metodologias e práticas para alcançar a produção de conhecimento (Medeiros & Goi, 2020).

O ambiente em que vivemos é composto de substâncias químicas, assim como alimentos, roupas, construções e até mesmo nossos corpos. Nesse contexto, o universo consiste em matéria, energia e espaço vazio (Bettelheim et al. 2016). Assim sendo, o ensino de Ciências da Natureza é importante para facilitar e qualificar o processo de ensino-aprendizagem para que os educandos compreendam conceitos químicos para explicar situações simples que ocorrem no nosso dia a dia (Joras, 2020).

De acordo com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual está dividida em unidades temáticas para orientar a elaboração dos currículos de Ciências, tem-se a unidade temática “Matéria e energia”. Essa unidade temática compreende o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia necessários para a vida, com o intuito de construir o conhecimento da natureza da matéria e os variados usos da energia, essa unidade se repete no decorrer de todo o Ensino Fundamental (Brasil, 2018).

Na unidade temática “Matéria e energia”, no Ensino Médio, são utilizadas situações-problema, que são relatadas nas competências específicas e nas habilidades da BNCC, introduzindo a aplicação de modelos com maior nível de abstração, que procuram esclarecer, verificar e prever as consequências das interações e relações entre matéria e energia (Brasil, 2018).

Todavia, em conformidade com Atkins, Jones e Laverman (2018), a matéria é muito difícil de ser definida com exatidão na ausência das ideias avançadas do campo da física das partículas elementares. Uma definição simples é que matéria é qualquer coisa que tem massa e ocupa espaço (Atkins, Jones & Laverman, 2018).

Em geral, a matéria pode assumir diferentes formas, denominadas de estados da matéria. Os três estados da matéria mais comuns são: sólido, líquido e gás (Atkins, Jones & Laverman, 2018). Contudo, existe o quarto estado da matéria, denominado de Plasma, que pode ser observado em circunstâncias especiais, tal como encontrado nas lâmpadas fluorescentes (Arcos & Tanarro, 2011). Ademais, alguns estudiosos consideram um quinto estado da matéria, intitulado Condensado de Bose-Einstein, teoricamente, ocorre quando os átomos tendem a apresentar uma dinâmica praticamente nula, chamado de Zero Absoluto (Barros, 2014).

De acordo com um estudo recente publicado na Nature, Aveline et al. (2020) verificaram que a produção de Condensado de Bose-Einstein dará suporte a investigações de longo prazo sobre topologias de armadilha exclusivas para microgravidade, fontes de laser-átomo, sistema de poucos corpos, e técnicas de descoberta de interferometria de onda de átomo. Percebe-se uma crescente evolução científica da Química nos últimos anos, e com isso surge a necessidade de uma aprendizagem científica capaz de compreender e acompanhar esse progresso na sociedade.

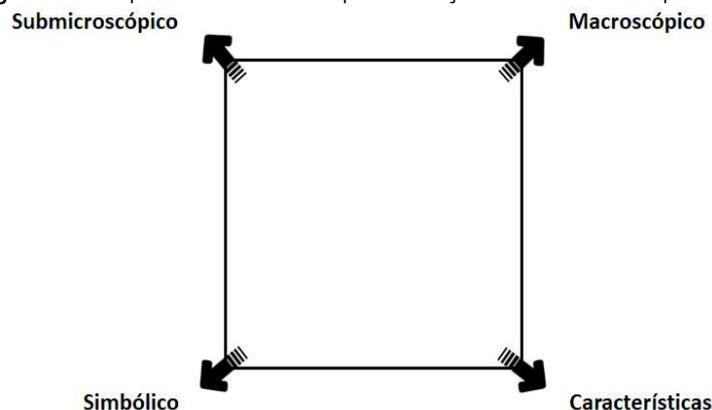
Para tanto, a linguagem no ensino de Química é extremamente importante e é considerada protagonista nesse processo, visto que através de diferentes formas de representação, tais como imagens, gráficos, gestos, fala, escrita, e dentre outras, se manifesta a comunicação e produção de significados (Valadão et al., 2020). Neste contexto, são considerados três níveis de representação para alcançar o conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico (Wartha & Rezende, 2017).

O professor e pesquisador Alex H. Johnstone, em 1982, foi o primeiro a tratar sobre os três níveis de representação da matéria (macroscópico, submicroscópico e simbólico). Em seus estudos posteriores, Johnstone (1989, 1991, 2000) expôs os três níveis de representação da matéria em formato de triângulo, e esse método ficou conhecido por Triangulação.

O nível Macroscópico compreende tudo aquilo que pode ser visto, tocado e cheirado. O nível Submicroscópico é invisível a olho nu e pode ser usado para explicar o que acontece com os átomos, moléculas e íons em determinadas situações. Por fim, o nível Simbólico é a representação dos fenômenos químicos através de símbolos, fórmulas estruturais, equações químicas, manipulações matemáticas, gráficos, entre outros. Trata-se de como expresso aquilo que não consigo visualizar (Thomas, 2017).

Posteriormente, no estudo de Joras (2020, 2021), além de apresentar os três níveis da matéria, inseriu-se um novo nível denominado Características, em que o aprendiz tem a oportunidade de associar seus conhecimentos cotidianos com o conhecimento científico. Tais como, relações com o dia a dia, cor, sabor, tamanho, funções, aplicação e utilidade. Tal método ficou denominado como Quadrangulação (Figura 1).

Figura 1: Os quatro níveis de representação no ensino da química



Fonte: Joras (2021).

Neste contexto, sugere-se que químicos, professores e futuros educadores na área de Química compreendam os níveis de representação da matéria. O estudo de Kraisig e Braibante (2019), investigou as concepções de acadêmicos do curso de Química licenciatura (7^o semestre) sobre transformações químicas e os níveis de representação da matéria e evidenciou que os acadêmicos têm interesse em compreender os três níveis de representação da matéria, uma vez que essas classificações eram desconhecidas por eles.

Além disso, os acadêmicos mencionaram que em sala de aula os conteúdos químicos eram tratados nos três níveis de representação da matéria, porém não era explicado as denominações estudadas “macroscópico, submicroscópico ou simbólico”. Posto isso, muitos acadêmicos expuseram que o ensino das transformações químicas se torna mais compreensível se for estudado com base nos três níveis de representação da matéria (Kraisig & Braibante, 2019).

Segundo as autoras, os acadêmicos de Química manifestam uma visão das transformações químicas e do ensino, principalmente com foco no nível macroscópico da matéria. Desta forma, considera-se que seja de grande importância focar na realização de abordagens na formação

inicial de professores sobre o tema de transformações químicas, dado que este é um assunto central da Química, e para melhor compreendê-la deve estar atrelada aos três níveis de representação da matéria.

Deste modo, este trabalho visa investigar as concepções de acadêmicos do 8.º semestre do Curso de Química Licenciatura Plena da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) sobre matéria e seus estados físicos. A questão de pesquisa deste trabalho é: Quais são as concepções de acadêmicos em Química sobre a matéria? ”

Metodologia

Nesta pesquisa, utilizou-se uma abordagem qualitativa (Gil, 2019) e a análise dos dados baseou-se nos estudos de Bardin (2011). Como instrumentos de pesquisa, utilizaram-se dois questionários sobre o tema matéria.

A pesquisa foi desenvolvida com uma turma de graduação constituída por acadêmicos do 8.º semestre do Curso de Química Licenciatura Plena da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O professor da disciplina de Bioquímica dialogou com os educandos em um encontro anterior à aplicação dos questionários, de modo a orientá-los sobre a pesquisa, explicar sobre a opção de participar ou não do estudo, e enfatizar sobre a importância deste tema na carreira profissional dos acadêmicos, que almejam ser futuros professores de Química. Os mesmos foram convidados a participar do estudo e informados sobre sua finalidade, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A turma era composta por 11 estudantes, porém, somente sete acadêmicos fizeram parte desse estudo, pois alguns indivíduos faltaram a algumas aulas e foi necessário parear os dados conforme os questionários aplicados. Os acadêmicos investigados estavam matriculados na disciplina de Tópicos em Bioquímica Experimental, pertencente ao 8º semestre do curso, porém um aluno do 7º semestre estava antecipando a disciplina e participou com a turma nesta pesquisa.

A pequena amostra de formandos é devido a acentuada evasão dos discentes do curso de licenciatura em Química, podendo ser comprovada através de diferentes análises e perspectivas (Jesus et al., 2013; Daitx et al., 2016; Balica et al., 2020).

No presente estudo, dos sete acadêmicos, cinco declararam ser do sexo feminino, um do sexo masculino e outro não informou. A faixa etária dos envolvidos foi de 21 a 29 anos de idade. Nesse estudo os participantes foram identificados como A1, A2, A3, e assim sucessivamente, com o propósito de garantir o anonimato deles. Os dados foram coletados através de dois questionários referentes ao estudo da matéria, com o intuito de analisar as concepções dos licenciandos em Química acerca desse tema. No questionário I foi solicitado aos estudantes que escrevessem as primeiras palavras que viessem à cabeça ao ler a palavra “matéria”. A técnica utilizada intitula-se “brainstorming” ou “tempestade de ideias” (Shevchenko & Pavlenko, 2019). Após responderem a este questionário, os educandos receberam o questionário II.

O questionário II era composto por 5 questões discursivas sobre “matéria”: 1. O que é matéria que forma o ambiente em que vivemos? 2. Do que a matéria é formada? (Citada na pergunta 1). 3. Quais são os estados da matéria que você conhece? 4. Como você explica a diferença dos estados físicos da matéria? 5. Em uma mudança de estado, o que acontece com a substância? Vale ressaltar que antes da entrega do questionário, as pesquisadoras explicaram aos acadêmicos sobre qual “matéria” estavam sendo questionados. As questões eram relacionadas à matéria que constitui o ambiente em que vivemos e não sobre as disciplinas escolares (como matemática, português, artes etc.).

Para o procedimento de tratamento dos dados, foi realizada a análise de conteúdo (AC) seguindo o referencial teórico de Bardin (2011), onde as etapas da AC são organizadas em três fases: 1.

Pré-análise; 2. Exploração do material; e 3. Tratamento dos resultados, inferência e interpretação, concluindo, assim, com o agrupamento das respostas em categorias. Ou seja, após a leitura e análise das respostas dos estudantes nos questionários I e II, foram agrupadas por afinidade, originando as categorias, para uma melhor compreensão.

Resultados e Discussão

A seguir, estão apresentadas as respostas dos acadêmicos do curso de Química Licenciatura Plena da UFSM. Nas tabelas estão descritas as categorias, o número de respostas, a porcentagem de respostas e os participantes que descreveram cada categoria.

Salienta-se que como as questões são discursivas, cada estudante pode ter mais de uma resposta, por isso o número de respostas para cada pergunta ultrapassou o número total de participantes. Deste modo, as respostas dos acadêmicos foram organizadas em categorias, de modo a ordenar um grande excedente de resultados encontrados, ou seja, as categorias emergiram da análise dos dados.

A seguir serão apresentadas as respostas dos educandos à questão: “Ao ler a palavra matéria o que você pensa? Escreva aqui palavras que vêm imediatamente à sua cabeça” (Tabela 1).

Tabela 1: Respostas dos alunos em categorias ao Questionário I.

Categorias	n.º de respostas	% de respostas	n.º de participantes
Tem massa	4	57,14%	A1, A5, A6, A7
Ocupa lugar no espaço	2	28,57%	A2, A6
Escola	2	28,57%	A2, A3
Materiais	2	28,57%	A2, A3
Sem vida	2	28,57%	A2, A3
Moléculas	2	28,57%	A4, A6
Átomos	2	28,57%	A5, A7
Grandeza física	2	28,57%	A1, A6
Corpo	2	28,57%	A3, A6
Partículas	2	28,57%	A5, A6
Decomposição	1	14,28%	A1
Água	1	14,28%	A3

Fonte: Autoras.

De modo a sistematizar as respostas que continham o mesmo sentido, emergiram as categorias, tais como escola, materiais, grandeza física e partículas. Deste modo, a categoria “escola” inclui as respostas “conteúdo programático” e “folha de papel”. A categoria “materiais” engloba “plástico” e “metal”. A categoria “grandeza física” compreende peso, força, volume e energia. Por fim, a categoria “partículas” abrange elétrons e prótons.

A maioria dos acadêmicos, quatro dos sete, mencionaram que matéria “tem massa” (57,14%), seguidamente por dois acadêmicos (28,57%) que se referiram à “ocupa lugar no espaço”, mas apenas um acadêmico (A6) recordou do conceito utilizado no componente curricular da Química: “Matéria é tudo o que tem massa e ocupa lugar no espaço”. Ademais, os seguintes acadêmicos A4 e A6 responderam “moléculas”, A5 e A7 “átomos” e A5 e A6 “partículas”, fazendo referência ao nível submicroscópico da matéria.

Baseado no método da Quadrangulação (Joras, 2020, 2021), os termos citados “escola”, “materiais”, “corpo” e “água” referem-se ao **nível macroscópico** da matéria; as palavras “moléculas”, “átomos” e “partículas” ao **nível submicroscópico**; e, “tem massa”, “ocupa lugar no espaço”, “sem vida”, “grandeza física”, “decomposição” ao **nível das características**.

De acordo com Joras (2020, 2021), no nível das características, os educandos têm a oportunidade de associar o conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Por exemplo, ao criar relações com o dia a dia, como cor, sabor, aroma, textura, tamanho, função, utilidade, entre outros. Segundo Joras (2020), ao alcançar os quatro níveis da matéria (macroscópico, submicroscópico, simbólico e características), o estudante conseguirá pensar a nível submicroscópico para conduzir experimentos a nível macroscópico, representá-los por meio dos símbolos e entender suas características relacionando-as ao cotidiano.

Na sequência, segue a primeira questão do questionário II: "O que é matéria que forma o ambiente em que vivemos?". Nesta pergunta, as respostas foram organizadas em oito categorias apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Respostas dos alunos à primeira questão do Questionário II.

Categorias	nº de respostas	% de respostas	n.º de participantes
Átomos	5	71,42%	A2, A4, A5, A6, A7
Moléculas	3	42,85%	A4, A5, A6
Compostos orgânicos e inorgânicos	2	28,57%	A1, A3
Tem massa	2	28,57%	A1, A7
Sofre mudanças devido ao tempo, temperatura, ambiente	1	14,28%	A1
Elementos	1	14,28%	A4
Material das estrelas	1	14,28%	A4
Forma o Universo	1	14,28%	A7

Fonte: Autoras.

As categorias de destaque são: "átomos" (71,42%), "moléculas" (42,85%), "compostos orgânicos e inorgânicos" e "tem massa" (28,57%). As demais respostas correspondem a 14,28% cada.

As explicações fornecidas pelos estudantes A2, A4, A5, A6 e A7 corroboram com a literatura. De acordo com Atkins, Jones e Laverman (2018), a matéria é constituída por partículas muito pequenas, e a menor partícula que identifica um elemento químico é denominada de átomo. Considerando que as moléculas são formadas de, pelo menos, dois átomos, ligados por forças químicas (denominadas ligações químicas) de elementos químicos iguais ou diferentes (Chang & Goldsby, 2013).

Quanto à categoria envolvendo a resposta dada pelos acadêmicos A1 e A3, "compostos orgânicos e inorgânicos", composto orgânico, segundo Atkins et al. (2018, p. F22), "contém o elemento carbono e, normalmente, também o hidrogênio". Incluem combustíveis, tal como metano ou propano, açúcares (glicose e sacarose), e a maioria dos medicamentos. Esses compostos são nomeados orgânicos porque se acreditava, erroneamente, que só poderiam ser sintetizados por organismos vivos (Atkins, Jones & Laverman, 2018).

Em contrapartida, os compostos inorgânicos não possuem em sua estrutura átomos de carbono (existindo algumas exceções), ou seja, são considerados todos os demais compostos. Tendo como exemplo: água, sulfato de cálcio, amônia, sílica, ácido clorídrico etc. Para mais, compostos muito simples de carbono, especialmente o dióxido de carbono e os carbonatos, que incluem o giz (carbonato de cálcio), são tratados como compostos inorgânicos (Atkins et al., 2018).

Segundo Chang & Goldsby (2013) e Atkins, Jones e Laverman (2018), a matéria é definida como qualquer coisa que tem massa e ocupa espaço, confirmando a explicação dos alunos quanto à massa (A1 e A7).

Em conformidade com a literatura na área, o universo surgiu como uma explosão cataclísmica de partículas subatômicas quentes e ricas em energia, há cerca de catorze bilhões de anos. Neste cenário, elementos simples como o hidrogênio e o hélio se constituíram rapidamente, e conforme

o universo se expandia e ficava mais frio, o seu material condensava perante a influência da gravidade para formar as estrelas. Os átomos e moléculas criaram nuvens de partículas de pó e a sua agregação deu origem às rochas, planetoides e planetas (Nelson & Cox, 2019). Consequentemente, acredita-se que as seguintes categorias “elementos” (A4), “material das estrelas” (A4) e “forma o universo” (A7) estejam relacionadas com essa explicação. Além disso, os acadêmicos foram questionados sobre: “Do que a matéria é formada”, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Respostas dos alunos à segunda questão do Questionário II.

Categorias	n.º de respostas	% de respostas	n.º de participantes
Átomos	5	71,42%	A2, A4, A5, A6, A7
Moléculas	3	42,85%	A4, A5, A6
Elementos orgânicos e inorgânicos	2	28,57%	A1, A4
Ocupa lugar no espaço	1	14,28%	A3

Fonte: Autoras.

Deste modo, obtiveram-se as seguintes respostas “átomos” (71,42%), “moléculas” (42,85%), “elementos orgânicos e inorgânicos” (28,57%) e “ocupa lugar no espaço” com (14,28%). As respostas átomos e moléculas são válidas para a questão indagada, mas as demais estão inadequadas. Visto que, dois alunos responderam “elementos orgânicos e inorgânicos”, e este termo é inadequado, porque “elementos” refere-se a elementos químicos. Seria, portanto, mais apropriado usar a expressão “compostos orgânicos e inorgânicos”. Além disso, a conclusão “Ocupa lugar no espaço” não responde à pergunta sobre a composição da matéria.

Nesse contexto, podemos compreender as propriedades da matéria em termos de átomos, sendo que cada elemento químico é constituído de um único tipo de átomo, os quais podem combinar-se para formar as moléculas, nas quais dois ou mais átomos estão ligados de forma específica, de acordo com Brown et al. (2016). Como, por exemplo, podemos analisar uma molécula de água (H₂O), a qual é composta por dois elementos químicos (hidrogênio e oxigênio) e para formar uma molécula são necessários dois átomos de hidrogênio e apenas um de oxigênio.

Conforme já comentado, a matéria é formada por partículas bem pequenas (Atkins, Jones & Laverman, 2018), que correspondem ao que chamamos de átomos. Os átomos são os constituintes de elementos químicos, moléculas, substâncias diversas e estruturas orgânicas e inorgânicas. Nessa lógica, pode-se afirmar que as respostas “átomos” e “moléculas” estão corretas, visto que estes são considerados constituintes da matéria.

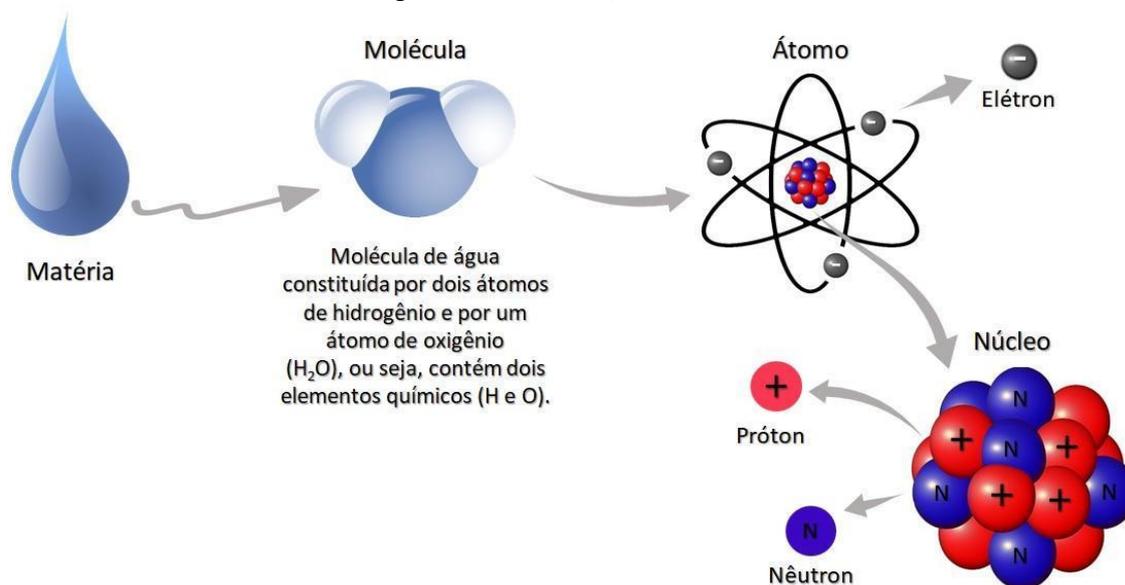
O estudante (A3) que respondeu “ocupa lugar no espaço” realizou uma colocação correta em relação à matéria, corroborando com a definição de Bettelheim et al. (2016, p. 2), tal como “a matéria é qualquer coisa que tem massa e ocupa espaço”. No entanto, essa resposta, apesar de verdadeira, não é adequada para a pergunta realizada, que indagava sobre a constituição da matéria. Talvez, o educando não compreendeu de forma satisfatória a questão realizada.

Em geral, considera-se que as respostas para essa questão foram positivas. Ressalta-se, apenas, que é importante salientar aos estudantes a relação entre átomos, elementos químicos e moléculas, para estes compreenderem que todos são constituintes da matéria e que possuem relações entre si. O esclarecimento dessa relação pode ser facilitado com a utilização de recursos didáticos no ensino, como a utilização de uma imagem.

A Figura 2, adaptada pelas autoras, apresenta um exemplo de recurso a ser utilizado nessa explicação, usando como exemplo a água. Na imagem, apresenta-se a composição química da água, sua representação em nível macroscópico até o nível submicroscópico da matéria. Percebe-se que a água é formada por dois elementos químicos (hidrogênio e oxigênio), sendo necessário um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio para formar uma molécula dessa substância.

A água como costumamos vê-la, refere-se a um conjunto de moléculas deste tipo, que conferem o nível macroscópico da molécula de água. A questão que precisa ser enfatizada para os estudantes é que a água, como outros tipos de matéria, é composta por estruturas menores: as moléculas, os átomos, os elementos químicos e as estruturas subatômicas.

Figura 2: A composição da matéria



Fonte: Autoras, adaptada de <https://aprovatotal.com.br/atomos-o-que-sao-e-sua-estrutura/>.

Sobre a questão 3 (“Quais são os estados da matéria que você conhece?”), obtiveram-se 100% das respostas para sólido, líquido e gasoso. Existe o quarto estado da matéria, chamado de Plasma, observado em circunstâncias especiais, segundo Arcos & Tanarro (2011, p.7) “é o estado da matéria mais abundante e onipresente no universo, mas o menos conhecido tanto em seus aspectos fundamentais quanto em suas aplicações”, por exemplo, encontrado no interior de lâmpadas fluorescentes e utilizado nos televisores de plasma.

Além disso, alguns autores consideram um quinto estado da matéria, chamado Condensado de Bose-Einstein, que ocorre quando os átomos tendem a apresentar uma dinâmica praticamente nula, caracterizando-se como Zero Absoluto (Barros, 2014). Quanto à questão 4 (“Como você explica a diferença dos estados físicos da matéria?”), as respostas dos acadêmicos na íntegra estão expostas na sequência:

Diferença na energia das interações intermoleculares, organização das estruturas na rede cristalina, densidade dos elementos. (A1)

Pela diferença de pressão e temperatura acaba se mudando o estado, além do agrupamento das moléculas que se diferenciam. (A2)

A forma como as moléculas estão dispostas define seu estado físico. Moléculas condensadas estão no estado sólido, conforme diminui sua condensação há alteração nos estados. (A3)

Pelo nível de agregação e movimentação dos átomos que a formam. Desde o estado de maior movimentação (gasoso) até o estado de menor movimentação e maior agregação dos átomos (sólido). (A4)

A diferença está no arranjo dos átomos, se estão mais empacotados ou “livres”. Isso vai depender do quanto de energia na forma de calor é fornecida ou retirada, e também da natureza do material em questão. (A5)

Pela agregação dos átomos nas moléculas, muito organizados (sólidos), pouco organizados (líquidos), as moléculas estão um pouco mais distantes umas das outras. E o gasoso em que as moléculas estão longe umas das outras, estado máximo de entropia. (A6)

Sólido – moléculas com estado de agregação maior. Líquido – estado de agregação médio. Gasoso – estado de agregação menor, moléculas mais afastadas umas das outras. (A7)

Ao analisar as respostas dos licenciandos, podemos perceber que a maioria (A1, A3, A4 e A5) menciona características e diferenças relacionadas aos arranjos dos átomos, organização das moléculas e como elas se apresentam nos estados físicos, outros (A2 e A5) colocam fatores que levam a essa mudança de estado, como pressão e temperatura. No entanto, os acadêmicos A6 e A7 foram os que descreveram as respostas de maneira mais completa, citando alguma característica de cada estado ao menos.

Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), as substâncias e matéria existem em diferentes formas, denominadas estados da matéria, estados físicos da matéria ou ainda estados de agregação da matéria, sendo que os três mais comuns são: sólido, líquido e gás. Visto que, um sólido tem uma forma definida e não flui, ou seja, tem volume e forma constante, um líquido tem o volume constante e toma o formato do recipiente que o contém, enquanto que um gás é uma forma fluída da matéria que ocupa todo o recipiente que o contém, tendo forma e volume variáveis.

A Figura 3 mostra as diferentes configurações e mobilidades de átomos e moléculas nos estados da matéria e como podem ser distinguidos pelos arranjos e movimentos de seus átomos e moléculas. Em um sólido (Figura 3a), os átomos são empacotados de maneira a ficarem muito próximos uns dos outros, assim, o sólido é rígido porque os átomos não podem facilmente se mover. No entanto, os átomos de um sólido não ficam imóveis, eles oscilam em torno de sua posição média e o movimento de oscilação fica mais vigoroso com o aumento da temperatura. Já os átomos e moléculas de um líquido (Figura 3b), têm empacotamento semelhante ao de um sólido, porém eles têm energia suficiente para mover-se uns em relação aos outros, se movimentam com uma certa liberdade. Assim, um líquido flui em resposta a forças como a gravidade. Em um gás (Figura 3c) as moléculas são quase totalmente livres umas das outras, elas se movem pelo espaço em velocidades próximas à do som, eventualmente colidindo e mudando de direção, estão em movimento aleatório incessante (Atkins, Jones & Laverman, 2018).

Figura 3: Representação molecular dos três principais estados da matéria: a) sólido, b) líquido e c) gás



Fonte: Autoras, adaptado de Atkins, Jones e Laverman (2018, p. F5).

Na Tabela 4, estão descritas as categorias obtidas das respostas dos acadêmicos referente a questão “Em uma mudança de estado, o que acontece com a substância”.

Tabela 4: Respostas dos alunos à quinta questão do Questionário II.

Categorias	n.º de respostas	% de respostas	n.º de participantes
Ganha ou perde calor	3	42,85%	A3, A5, A6
Agregação e movimento dos átomos	2	28,57%	A4, A6
Rompimentos das interações intermoleculares	1	14,28%	A1
Reorganização	1	14,28%	A1

Decomposição	1	14,28%	A1
Muda o estado físico da matéria	1	14,28%	A2
Diferença na proximidade intermolecular	1	14,28%	A7

Fonte: Autoras.

Salientamos que todas as vezes que uma substância muda de um estado para outro, dizemos que ela sofreu uma mudança de estado físico ou mudança de fase, como justificado pelo acadêmico A2. Os demais participantes descreveram alguns fatos que levam a mudança de estado físico, tais como, ganhar ou perder calor, descrito por A3, A5 e A6, ou ainda, o que ocorre com os átomos, íons, moléculas ou substâncias nesse processo como mencionado por A1, A2, A6 e A7.

Sendo que, as propriedades físicas das substâncias são uma característica que podemos observar ou medir sem mudar a identidade dessa substância, como, por exemplo, a temperatura. Quando uma substância sofre uma alteração física, sua identidade não muda, porém, as propriedades físicas tornam-se diferentes, ou seja, as transformações físicas ou fenômenos físicos não modificam a natureza do material, os átomos, íons ou moléculas, não são alterados, eles são apenas agitados, desarrumados, reordenados, provoca desorganização de suas moléculas, como é o caso das mudanças de estado físico (Atkins, Jones & Laverman, 2018).

Como, por exemplo, a passagem de uma substância do estado sólido para o líquido (fusão), ou do líquido para o gasoso (vaporização), provoca uma desorganização de suas moléculas, assim, as forças intermoleculares são rompidas durante este processo em razão do afastamento das moléculas, por meio de uma força de repulsão que ocorre entre as moléculas (Atkins, Jones & Laverman, 2018).

Neste contexto, educadores da área das Ciências da Natureza sabem que ensinar disciplinas que englobam conceitos abstratos e até mesmo cálculos matemáticos, como a disciplina de Química, pode despertar a aversão dos educandos. Portanto, é necessário integrar novas metodologias capazes de despertar o interesse e a curiosidade e incluir uma relação com o cotidiano do aprendiz. Além disso, deve-se estimular a pesquisa, a cooperação, a organização e a troca de conhecimento com os colegas. A experiência de ensino e a criatividade dos professores podem tornar o Ensino de Ciências mais agradável e alcançar resultados positivos na aprendizagem dos estudantes, compromisso que requer maior dedicação dos profissionais da educação (Brasil, 2016).

Considerações Finais

Através desta pesquisa, foi possível investigar as concepções de acadêmicos do 8.º semestre do curso de "Licenciatura em Química" da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM sobre matéria e seus estados físicos. Os acadêmicos responderam aos questionários sob diversas formas e baseados em suas experiências acadêmicas, e até mesmo escolares e pessoais, porém, a maioria dessas respostas foi superficial e/ou carente de termos científicos.

Ressalta-se que a maioria dos acadêmicos associou a matéria à expressão "tem massa". Tal explicação, refere-se ao nível das "características" proposto pela autora Joras (2020, 2021), porém nenhum acadêmico lembrou ou citou as expressões "macroscópico, submicroscópico e simbólico", que caracterizam os níveis de representação da matéria.

Cerca de 70% dos alunos souberam dizer que a matéria é constituída por átomos, porém quando questionados sobre a diferença dos estados físicos da matéria, apenas dois acadêmicos descreveram as respostas de maneira mais completa, citando alguma característica de cada estado ao menos.

Com a análise podemos perceber que a maioria dos acadêmicos participantes da pesquisa conseguiram compreender as mudanças de estados físicos, bem como os fatos que levam a essas modificações, como alteração na temperatura e pressão, diferenças relacionadas aos arranjos dos átomos, organização das moléculas e as distinções encontradas em cada um dos estados físicos da matéria. Porém, alguns dos participantes da pesquisa ainda tem concepções muito básicas relacionadas à matéria e as mudanças de estado físico, como alguns apenas mencionam fatores que levam a essa mudança de estado, como pressão e temperatura e não explicam de maneira mais detalhada a organização e arranjo dos átomos e moléculas em cada um dos estados físicos.

Deste modo, por intermédio dos resultados encontrados nesta pesquisa, é importante conduzir o acadêmico a pensar nos quatro níveis da matéria (macroscópico, submicroscópico, simbólico e características), pois assim, o estudante conseguirá refletir em nível submicroscópico para conduzir experimentos em nível macroscópico, representá-los por meio dos símbolos e entender suas características. Para tal, sugere-se a realização de mais abordagens durante a formação inicial sobre os estados físicos da matéria, já que este tema é central no curso de química.

Referências

- Arcos, T., & Tanarro, I. (2011). *Plasma: el cuarto estado de la materia*. Catarata: CSIC.
- Atkins, P., Jones, L., & Laverman, Leroy (2018). *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente* (7a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Aprova Total (2020). *Átomos: o que são e sua estrutura*. Disponível em: <https://aprovatotal.com.br/atomos-o-que-sao-e-sua-estrutura/>
- Aveline David C., Williams, Jason R., Elliott, Ethan R., Dutenhoffer, Chelsea, Kellogg, James R., Kohel, James M., Lay, Norman E., Oudrhiri, Kamal, Shotwell, Robert F., Yu, Nan, & Thompson, Robert J. (2020). Observation of Bose–Einstein condensates in an Earth-orbiting research lab. *Nature*, 582, 193-200.
- Balica, Maria E. P., Leite, Luciana R., & Julião, Murilo S. S. (2020). Fatores associados à evasão dos licenciandos em Química de uma universidade pública cearense. *South American Journal of Basic Education*, 7(1).
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Barros, D. B. J. (2014). *Condensação de Bose-Einstein em Cadeias com Acoplamentos de Longo-Alcance*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- Bettelheim, F. A., Brown, W. H., Campbell, M. K., & Farrell, S. O. (2016). *Introdução à química geral, orgânica e bioquímica*. (9a ed.). São Paulo: Cengage Learning.
- Brasil, C. L. (2016). *Experimentação e simulação computacional no ensino de estados físicos da matéria e transições de fase na educação básica*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pampa, Bagé-RS.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília.
- Brown, T. L., LeMay Jr., H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., Stoltzfus, M. W. (2016). *Química, a ciência central*. (13a ed.). São Paulo: Pearson.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2013). *Química* (11a ed.). Porto Alegre: AMGH.
- Daitx, André C., Loguercio, Rochele Q., & Strack, Ricardo (2016). Evasão e retenção escolar no curso de licenciatura em Química do Instituto de Química da UFRGS. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 21(2).

- Gil, A. C. (2019). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas.
- Jesus, Jair A., Silva, Marlon S., & Santana, Genilson P. (2013). Evasão dos discentes de Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). *Scientia Amazonia*, 2(3), 28-39.
- Johnstone, Alex H. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, Alex H. (1989). Some messages for teachers and examiners: an information-processing model. In: Johnstone, Alex H. (Org.), *Assessment of Chemistry in Schools*, 23-39, London: Royal Society of Chemistry Education Division.
- Johnstone, Alex H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.
- Johnstone, Alex H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Joras, L. E. (2020). *O processo da Quadrangulação: uma nova perspectiva metodológica no Ensino de Ciências*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.
- Joras, L. E. (2021). O método da Quadrangulação no estudo das transformações da matéria com licenciandos em Química (1a ed.). In: Alves, W. L. C. A. (Ed.), *Educação Contemporânea: novas metodologias e desafios*, 151-171. Belo Horizonte: Synapse Editora.
- Kraisig, Ângela R., & Braibante, Mara E. F. (2019). Concepções de acadêmicos de química licenciatura sobre transformações químicas e os níveis de representação da matéria. *Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI*, 15(28), 76-86.
- Medeiros, Denise R., & Goi, Mara E. J. (2020). A resolução de problemas articulada ao ensino de química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 1(1), 115-135.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2019). *Princípios de bioquímica de Lehninger* (7a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Shevchenko, S., & Pavlenko, O. (2019). Brainstorming como um método de aumento da atividade mental dos alunos. In: *Modern technologies in education*, 136-144. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole.
- Silva, Keffson K., Farias Filho, Tarcísio F., & Alves, Leonardo A. (2000). Ensino de química: o que pensam os estudantes da escola pública? *Revista Valore*, 5.
- Silva, Marcos, Pereira, Marinalva, Codaro, E., & Acciari, Heloisa (2015). Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. *Química Nova*, 38(2), 293-296.
- Thomas, Gregory P. (2017). Triangulation: an expression for stimulating metacognitive reflection regarding the use of 'triplet' representations for chemistry learning. *Chemical Education Research and Practice*, Glasgow, 18(4), 533-548.
- Valadão, Dirlene L., Araujo Neto, Waldmir N., & Lopes, José G. S. (2020). Uma análise semiótica peirceana no contexto de episódios de aula de química orgânica no Ensino Superior. *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(2), 390-409.
- Wartha, Edson J., & Rezende, Daisy B. (2017). As representações no ensino de química na perspectiva da semiótica peirceana. *Educação Química em Punto de Vista*, Foz do Iguaçu, 1(1), 181-202.