

Concepções alternativas sobre gases de ingressantes do curso de Licenciatura em Química da UFS/*Campus* São Cristóvão

J. C. Silva¹; J. P. M. Lima²; K. Bergamaski³

¹Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Sergipe, Brasil

²Departamento de Química/Laboratório de Ensino de Química/CCET, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Sergipe, Brasil

³Departamento de Química/CCET, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Sergipe, Brasil

josenildo84@yahoo.com.br;

(Recebido em 09 de fevereiro de 2015; aceito em 08 de junho de 2015)

O presente trabalho apresenta a identificação e compreensão das concepções alternativas sobre gases dos estudantes ingressantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* São Cristóvão. Os sujeitos da pesquisa são aluno do 2º período do curso. A coleta de dados ocorreu através da aplicação de questionários nos períodos letivos 2013/2 e 2014/2. As principais concepções alternativas sobre gases foram: gases são elementos químicos da família 18 da tabela periódica; gás é toda reação química que envolve formação de gás; a expansão do gás é consequência do aumento do tamanho das partículas; a densidade do gás varia com a pressão, além de representações equivocadas e insuficiência no raciocínio ao explicar o fenômeno sobre expansão térmica do ar. Entre as concepções alternativas identificadas destaca-se a concepção “gases são elementos químicos” com 58% dos estudantes expressando uma confusão com os gases nobres. Essas concepções podem estar relacionadas ao significado químico das palavras como partículas, átomo, elemento, moléculas e substâncias, assim como, a forma que o conteúdo dos gases foi visto no ensino médio.

Palavras-chave: concepções alternativas, gases, ensino de química.

Alternative conceptions on gases by freshmen students from Bachelor's Degree in Chemistry at UFS / Campus São Cristóvão.

The current paper presents the identification and understanding of alternative conceptions on gases by freshmen students from Bachelor's Degree in Chemistry at the Federal University of Sergipe, *Campus* São Cristóvão. The subjects are students attending the second semester of the first year in Chemistry. The data was collected by means of questionnaires in 2013/2 and 2014/2 academic semesters. The main alternative conceptions on gas were: gases are the chemical elements in the 18th column of the periodic table; gas is any chemical reaction involving formation of gas; gas expansion results from the increase in particle size; and gas density varies with pressure. There were also misleading representations and reasoning failure in explaining the air thermal expansion phenomenon. Among the alternative conceptions herein identified, the conception that "gases are chemical elements" stands out with 58% of the students interpreting gases as noble gases. These conceptions may be related to the chemical meaning of words such as particles, atom, element, molecules and substances, as well as the way the content on gases was taught in high school.

Keywords: alternative conceptions, gas, chemistry teaching.

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa sobre concepções alternativas no ensino de química iniciada na década de 1980, representou outro aspecto à pesquisa da área, com sua relevância para o ensino e aprendizagem [1]. As pesquisas preocupavam-se especificamente com as ideias dos alunos sobre os conceitos científicos [2]. Os resultados destes trabalhos revelaram que dificuldades encontradas pelos estudantes em construir conceitos científicos resultam na formação destas concepções.

As concepções alternativas dos estudantes são ideias que diferem das cientificamente aceitas. Estudar essas concepções e entender quais as implicações para o ensino de química apoia-se na orientação construtivista. Os estudantes constroem seu próprio conhecimento na interação com

os outros e interpretam as informações a partir do que já sabem. O paradigma construtivista possui duas características principais no desenvolvimento de tais pesquisas: a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento e as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem [4].

A formação de concepções alternativas está relacionada às vivências do cotidiano e depende da história de vida e escolar de cada aluno. Essas concepções são, portanto, resistentes a mudanças. Elas surgem da relação com outras pessoas, com a religião, cultura partilhada pelo seu grupo social, por valores e também por ideais [5].

Estas concepções contribuem para uma formação deficitária dos estudantes, constituindo uma barreira para a aprendizagem. Muitas dessas ideias persistem, tornando-se uma forma diferente de entender os conceitos que são apresentados [2].

Pesquisas realizadas em diferentes contextos mostraram o mesmo padrão de ideia em relação a cada conceito estudado [8]. Alguns trabalhos apresentam resultados de pesquisas sobre concepções alternativas de calouros do curso de química bacharelado e licenciatura [2], [11], [5]. Silva (2008) [2], ao investigar concepções alternativas de calouros do curso de química (licenciatura, bacharelado e industrial) sobre a expansão térmica do ar, evidenciou inadequações e insuficiência nas articulações conceituais estabelecidas para elucidar o fenômeno (enchimento do balão preso na boca de um *erlenmeyer* quando aquecido), como exemplo, diminuição e aumento do volume das moléculas. Os estudantes acreditam que as moléculas aumentam de volume quando a temperatura aumenta ou diminui de volume quando a temperatura diminui. A expansão do ar não é explicada, apenas declarada [2].

Mortimer (1995) [9] usou a dilatação térmica do ar para identificar concepções atomistas de alunos do último ano do ensino fundamental. O autor percebeu dificuldades dos alunos no raciocínio que envolva a conservação da massa e nas observações fenomenológicas. Constatou o substancialismo, termo utilizado quando os estudantes dão origem a outras partículas na tentativa de explicar o fenômeno, surgindo uma tendência em negar a existência de espaços entre as moléculas.

Os trabalhos que buscam identificar as concepções de estudantes sobre diferentes conceitos químicos mostram fragilidades na aprendizagem. Essas limitações são apresentadas também por alunos matriculados em cursos superiores na área de Química (licenciatura ou bacharelado) [2].

A identificação e o reconhecimento da importância deste tipo de trabalho fomentaram o interesse em investigar as concepções alternativas de alunos ingressantes do curso de licenciatura em química da Universidade Federal de Sergipe, sobre gases.

O estudo dos gases e das variáveis que alteram seu comportamento físico e químico pode ser usado para explicar diferentes fenômenos presentes em nosso cotidiano, como por exemplo: a solubilidade do gás em líquidos; o funcionamento do balão movido a ar quente; a composição do ar atmosférico; a oxidação dos materiais.

A relevância de pesquisa com ingressantes do curso superior, está em propiciar que o conhecimento das concepções alternativas sobre gases possibilite que os professores em formação e atuantes estabeleçam estratégias de ensino para a minimização dessas concepções. Nossas inquietações estão relacionadas às fragilidades do ensino de gases no nível médio e superior. Conhecendo as limitações que os alunos apresentam, os professores podem construir alternativas que garantam o desenvolvimento conceitual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa apresentou uma abordagem quantitativa e qualitativa descritiva que se enquadra na utilização de questionários. Essa é uma técnica de custo razoável que apresenta as mesmas questões para todos os envolvidos, garante o anonimato e pode conter questões para atender a finalidade específica de uma pesquisa. Pode ser desenvolvida para medir atitudes, concepções, comportamentos [3].

2.1 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram 38 estudantes do 2º período do curso de Licenciatura em Química da UFS/*Campus* de São Cristóvão. A coleta dos dados ocorreu nos semestres letivos 2013-2 e 2014-2.

2.2 Instrumento de coleta de dados

O questionário foi usado como instrumento de coleta de dados. A sua elaboração e validação contou com discussões em sala de aula com o professor e os estudantes matriculados na disciplina *Pesquisa em Ensino de Química II* e em reuniões com o orientador. Neste momento foram discutidas as questões presentes no questionário e a sua relação com os objetivos da pesquisa, contribuindo para inclusão de novas questões ou para retirar perguntas desnecessárias.

A aplicação do questionário ocorreu em dois momentos. No primeiro momento buscou-se identificar questões voltadas ao perfil dos sujeitos (tipo de escola em que frequentou o ensino médio, sexo e idade). Os estudantes também se expressaram sobre as questões:

- 1) O que você poderia falar sobre o conteúdo de gases visto no ensino médio?
- 2) O que você poderia falar sobre o conteúdo de gases visto no ensino superior?
- 3) O que você entende por gases?
- 4) Elabore um desenho que represente como você imagina o ar em nível microscópico.

No segundo momento, os dados foram coletados após a realização de um experimento proposto por Mortimer e Machado (2011) [6]. O experimento trata da construção de modelos para o estado gasoso, relacionado à expansão térmica do ar. Sendo realizado prendendo uma bexiga à boca de duas garrafas vazias de água mineral. Em seguida, uma das garrafas foi submetida ao aquecimento em banho-maria, com a temperatura aproximada de 50 °C. Os estudantes responderam as seguintes questões:

- 1) Como você explica a expansão do ar?
- 2) Se você determinasse a densidade do ar dentro da garrafa e do balão antes (d_1) e depois do aquecimento (d_2), d_1 será maior que d_2 , menor ou igual? Justifique sua resposta.
- 3) Proponha um modelo mostrando como você imagina os gases presentes na garrafa antes e após receber o calor da água.

Os estudantes tinham como tarefa desenhar e descrever um modelo para o ar dentro da garrafa antes e após o aquecimento, explicando a expansão do ar.

2.3 Instrumento de análise de dados

O tratamento de dados foi realizado de acordo com a técnica de análise textual discursiva. Esta pode ser realizada através das etapas de unitarização, categorização e comunicação dos dados [10].

Na unitarização ocorre a separação dos textos em unidade de significados, podendo gerar outras unidades, oriundas da interlocução empírica e teórica e das interpretações realizadas pelo pesquisador. A categorização reúne as unidades de significados semelhantes. Neste processo o pesquisador realiza um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos, buscando a compreensão [10].

A análise dos dados sobre gases foi realizada através da construção de categorias emergentes que surgem de termos apresentados nas respostas. As respostas dos sujeitos foram conservadas nas apresentações dos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Da análise da questão: O que você poderia falar sobre o conteúdo de gases visto no ensino médio?

Nessa questão buscamos identificar a opinião dos sujeitos em relação à maneira que o assunto gases foi trabalhado no nível médio e correlacionar essa abordagem às concepções alternativas. A Tabela 1 apresenta as categorias construídas.

Tabela 1: Categorização das respostas dos estudantes sobre abordagem de gases no ensino médio.

Categoria Temática	Unidade de Contexto	% Alunos
Conteúdo não Abordado	“Não estudei gases no ensino médio”	18
Conteúdo bem Abordado	“O conteúdo visto no ensino médio sobre gases deu uma introdução aos gases ideais, reais transformações e a lei do gás ideal $P.V = nRT$ ”	11
Conteúdo Abordado Superficialmente	“Muito superficial o assunto visto, no máximo sobre gases nobres”	71

Conforme a Tabela 1, apenas 11% dos estudantes consideraram que as aulas sobre gases no ensino médio foram bem abordadas.

“O conteúdo de gases desenvolvido pelo professor foi de muita valia, servindo como base para as aulas de introdução à química na Universidade”.

Porém, um fato que nos chamou a atenção é que esses sujeitos são oriundos da escola privada. As respostas se destacam em relação aos alunos da escola pública e mostra que as dificuldades de aprendizagem podem estar relacionadas ao fato de os alunos não terem o contato com determinados conceitos. Observamos que 18% dos estudantes de escola pública não tiveram a oportunidade de ter visto o conteúdo.

Analisando a categoria “conteúdo não abordado”, é importante mencionar que para o aluno construir conhecimento é necessário que, no mínimo, seja-lhe apresentado o assunto. A ausência da abordagem do conceito de gases pode estar relacionada à gestão da escola pública, à falta de professores, ao excesso de conceitos presentes no programa de Química em relação ao pequeno número de aulas semanais, ou ainda pelas prioridades estabelecidas pelo professor.

“Não tive oportunidade de ver este conteúdo no ensino médio devido à falta de professor”.

Número significativo de alunos (71%) afirmaram que o assunto foi visto de maneira superficial. Os estudantes destacam em suas falas o estudo dos gases nobres e aplicações de fórmulas.

“Não abordado corretamente em química, mal vi esse assunto apenas passando rapidamente por gases nobres”.

“O conteúdo foi visto de maneira restrita às formulas”.

Esses dados mostram a insatisfação dos estudantes com o ensino desse conceito, além de apontar para uma concepção restrita sobre gases, pois parece que eles associam o seu estudo apenas à abordagem dos gases nobres. Os alunos desconsideram, por exemplo, que outros elementos químicos são gases a temperatura ambiente como: oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e cloro.

3.2 Da análise da questão: O que você poderia falar sobre o conteúdo de gases visto no ensino superior?

Nessa questão identificamos a opinião dos sujeitos em relação ao ensino do conceito de gases durante a formação inicial. A Tabela 2 apresenta as categorias construídas.

Tabela 2: Categorização das respostas dos estudantes sobre abordagem de gases no ensino superior.

Categoria Temática	Unidade de Contexto	% Alunos
Conteúdo não Abordado	“O conteúdo ainda não foi visto”	3
Conteúdo bem Abordado	“Foi apresentado através de slides, de forma compreensiva falando sobre os gases ideais, as transformações isobáricas, isotérmicas e isovolumétricas, gases real”	34
Conteúdo Abordado Superficialmente	“Os gases na maioria das vezes fazem parte dos elementos da tabela gases nobres e apresentam um octeto completo”	63

Podemos perceber conforme a Tabela 2, que no ensino superior houve uma melhora na forma de apresentação do conteúdo, em relação ao ensino médio. Porém, observamos que 63% dos estudantes consideram que o conteúdo é abordado de forma superficial.

Conforme a resolução 202/2009/ do Conselho do Ensino, da Pesquisa e da Extensão (CONEPE), que aprova as alterações no projeto pedagógico do curso de graduação em Química habilitação Licenciatura, observamos que é na disciplina Fundamentos de Química ofertada no primeiro período do curso, quando os alunos realizam o primeiro contato com o estudo dos gases. O excesso de conceitos presentes na ementa da disciplina pode estar contribuindo para que sejam abordados de forma superficial. Outro ponto a ser considerado é que o conceito é apresentado como um dos últimos assuntos da ementa, o que pode fazer com que não seja visto ou apenas de forma superficial.

“Conceito principal e resumido no 1º período”.

“Que ainda é muito superficial”.

“Foi feito um trabalho na disciplina Fundamentos de Química no final do primeiro período [...]”.

Apesar de já terem cursado a disciplina *Fundamentos de Química*, os estudantes continuam tendo definições próximas as do ensino médio. Uma confusão com os gases nobres é bastante presente.

3.3 Da análise da questão: O que você entende por gases?

Nessa questão identificamos a compreensão dos sujeitos em relação ao conceito de gases. A análise das respostas a essa questão ocorreu com base nas ideias apresentadas pelos estudantes. Identificamos respostas corretas, mas, a maioria 82% apresentaram concepções alternativas.

As ideias apresentadas pelos estudantes foram comparadas e analisadas com base na definição “Os materiais gasosos são constituídos por partículas infinitamente pequenas, que se movimentam continuamente no espaço vazio, por possuírem energia cinética” [6].

Apenas 18% dos estudantes apresentaram entendimento de gás coerente em relação ao estado físico da matéria e ao modelo cinético dos gases. Um gás é constituído de partículas muito separadas entre si que estão se movimentando rápida e continuamente de forma desordenada.

“São substâncias que possuem um alto grau de entropia e não possuem volume definido”.

“É um estado físico da matéria de alta entropia que pode variar o volume de acordo com o aumento de parâmetros como temperatura e pressão”.

“É quando o estado de agregação da matéria, sendo que as moléculas tem maior liberdade de movimento. Os gases também não têm forma própria e ocupam todo o volume do ambiente onde ele estiver”.

Observamos que 37% dos estudantes apresentam um entendimento errôneo sobre o conceito de gases. Os alunos confundem gases com um átomo ou elemento químico. Demonstram fragilidade em estabelecer diferença entre gás e vapor. Porém, a formação dos gases ocorre a partir das substâncias originadas em um conjunto de moléculas. Os alunos desconsideram, por exemplo, que as moléculas são originadas a partir da união entre átomos. Podemos esclarecer além dessa definição que um gás está relacionado com a temperatura crítica de cada substância. Através da temperatura crítica podemos diferenciar gás de vapor. Um gás é uma substância que, na fase gasosa, se encontra em temperatura superior à sua temperatura crítica e que não pode ocorrer a vaporização e a condensação. Enquanto que, o vapor é uma substância na fase gasosa que se encontra em temperatura abaixo de sua temperatura crítica podendo ocorrer a vaporização e a condensação.

“Átomos que estão bem dispersos e em constante movimento”.

“Elemento em que o estado físico em que se encontra é vapor (gasoso)”.

“[...] Quando passam estado líquido para o gasoso [...]”

Observamos também que 45% dos estudantes apresentam entendimento variado sobre gases. Para alguns alunos, por exemplo um gás em algum momento pode ser observado, só pode estar presente no ar, ou ainda não leva em consideração outras propriedades como compressibilidade e solubilidade.

As categorias construídas a partir das respostas a questão “o que você entende por gases?” são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Categorização das concepções alternativas sobre o conceito de gases.

Categoria Temática	Unidade de Contexto	% Alunos
Elemento químico	“Elemento em que o estado físico em que se encontra é vapor (gasoso)”	58
Reações químicas	“Quando a uma reação que envolve liberação de gases”	26
Perda de forças intermoleculares	“Gás é toda molécula que devido perder suas forças de interação ficam dispersas no espaço”	10
Moléculas visíveis a olho nu	“Moléculas livres, dispersas e muito agitadas, que podem ou não ser vistas a olho nu”	5

Entre as concepções alternativas identificadas, 58% representam a concepção que gases são elementos químicos, conforme seguem as descrições abaixo.

“Elementos químicos sem visibilidade. São elementos completos, ou seja, não precisa de elétrons, pois estão com seu octeto completo”.

“Átomos que estão bem dispersos e em constante movimento”.

Essa concepção alternativa pode estar relacionada às questões históricas de natureza científica. Para Dalton, os gases eram os próprios elementos químicos. Apenas após as ideias de Lavoisier é que houve ruptura com tais ideias. Podem também estar relacionadas ao sinônimo das palavras. O aluno, ao explicar um questionamento ou fenômeno, usa termos como partículas, átomos, elementos, moléculas e substâncias sem saber o significado químico de cada palavra, utilizando-as como sinônimos nas suas explicações. Outro fator relevante para essa concepção pode estar associado aos elementos gases nobres da tabela periódica. Os alunos acreditam que gases são os elementos químicos do grupo 18, conforme termos encontrados nas descrições dos estudantes como “não precisa de elétrons, octeto completo e estado excitado”. Esse erro pode estar relacionado à própria tabela periódica que, em alguns casos, ao lado do elemento químico coloca a imagem da substância oriunda daquele elemento. Essa confusão que os alunos apresentam de gases com gases nobres parece estar também relacionada com conteúdo de gases visto no ensino médio, conforme os relatos dos estudantes abaixo.

“Muito superficial o assunto visto, no máximo sobre gases nobres”.

“Que gases são elementos que ocupam a última camada da tabela periódica e são nobres possuem seu octeto formado”.

Em 26% das concepções alternativas, gases são todas as reações químicas que envolvem formação de gás, mudança de estado físico e salto quântico de elétrons (estado excitado). O estudante acredita que há transformação química com as moléculas de gases.

Em 10% das concepções alternativas, gases são moléculas que, ao romper as forças intermoleculares, as partículas ficam mais dispersas. Essa categoria “Perda de forças intermoleculares” apresentada pelos estudantes representa a ideia de que as moléculas de gases estão interligadas e que podem ser rompidas pela influência da temperatura, volume e/ou pressão, como podemos observar no seguinte termo: “ações influenciadas pela pressão, pelo volume e pela temperatura”. Para os outros 5%, uma molécula de gás pode ser vista a olho nu. Isso pode significar a não compreensão de que átomos e moléculas são modelos científicos que possibilitam a interpretação da realidade e que podem sofrer modificações à medida que, a ciência e seus instrumentos evoluem.

3.4 Da análise da questão: Elabore um desenho que represente como você imagina o ar em nível microscópico.

Nesta questão buscamos analisar as representações dos estudantes sobre o ar a nível atômico-molecular. Os desenhos apresentados pelos estudantes podem ser considerados como representações parciais dos seus modelos mentais. O ar atmosférico pode ser considerado uma solução gasosa composta por 78% de gás nitrogênio (N_2), 21% de gás oxigênio (O_2) e 1% de outros gases (dióxido de carbono – CO_2 , metano – CH_4 , argônio - Ar, vapor de água – H_2O).

A Figura 1 mostra as representações parciais dos modelos mentais dos alunos na elaboração do desenho. A representação da imagem (A) equivale a 68% das respostas, a imagem (B) equivale a 16%, e as imagens (C e D) equivalem a 8% cada.

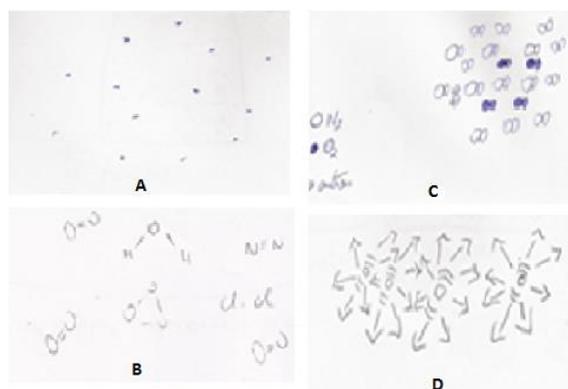


Figura 1: Representação submicroscópica do ar

Apenas 24% das representações (B e C) apresentam o ar como mistura de diferentes gases, identificando moléculas que poderiam fazer parte de sua composição. Em 76% das representações observamos os gases como bolinhas ou pontos presentes no ar. Esse tipo de representação mostrada pelos estudantes pode estar relacionado ao livro didático ou ao tipo de aula que o aluno teve no ensino médio e superior e mostra fragilidades no entendimento de sua composição, ou ainda por essa ser uma forma de explicar por que um gás se espalha rapidamente pelo ambiente [6].

3.5 Da análise da questão: Como você explica a expansão do ar?

Nesta questão identificamos as ideias dos estudantes em explicar o enchimento do balão antes e após o aquecimento. A análise das respostas a essa questão ocorreu mediante a construção das categorias agitação das partículas, aumento da pressão, surgimento de novas substâncias e aumento do tamanho das partículas. A Figura 2 apresenta a distribuição percentual das diferentes ideias encontradas para justificar o enchimento do balão.

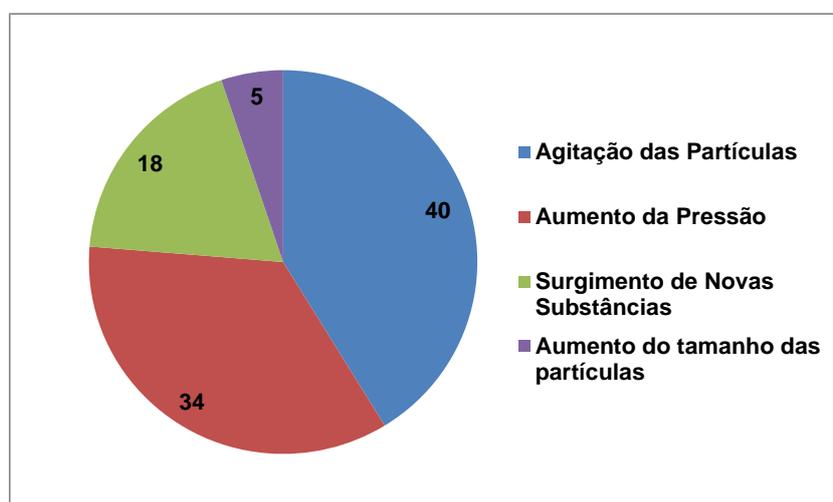


Figura 2: Categorização das respostas dos estudantes para justificar o enchimento do balão.

O aumento do volume de um gás quando submetido ao aquecimento é consequência do aumento da energia cinética das moléculas do gás, o que aumenta a distância média entre elas [7]. Como podemos observar na Figura 2, 60% dos alunos apresentam dificuldades em compreender o que ocorre com o ar ao receber calor da água. Para os estudantes, o aumento do volume da bexiga é consequência do aumento da pressão, liberação de substâncias da água

quente, substâncias gasosas que são excitadas e evaporadas da garrafa quando aquecida, aumento do tamanho das moléculas de gás, conforme as descrições citadas abaixo.

“[...] começam a se agitar, havendo energia cinética e aumentando a pressão e a expansão do gás [...]”

“A garrafa deve conter substância gasosa, quando colocada em temperatura ela se excita e evapora e quando colocada em água fria, ele absorve”.

“[...] isso por que na água aquecida há um aumento das moléculas de gás [...]”

“Acontece uma expansão do gás com aumento da temperatura porque as moléculas do ar aumentam de tamanho [...]”

Podemos observar no modelo dos estudantes, o substancialismo. Os estudantes utilizam os termos partículas, moléculas e substâncias para representar fenômenos [9]. Mesmo assim, apresentam dificuldades em aceitar que entre as partículas possam existir espaços vazios. Quando argumentam sobre a expansão do ar, surge a descrição de novas partículas e aumento do tamanho da molécula, não aceitando a existência do espaço vazio. Os alunos apresentam dificuldades nas explicações conceituais para elucidar o fenômeno. O modelo sugerido por estes estudantes está representado na Figura 3. Apenas 40% citam o aumento da energia cinética e aumento das colisões, como responsável pelo aumento de volume do gás.

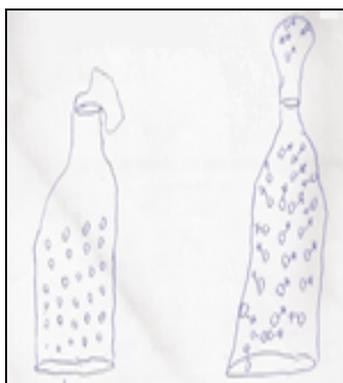


Figura 3: Substancialismo no modelo da expansão térmica do ar

3.6 Da análise da questão: Se você determinasse a densidade do ar dentro da garrafa e do balão antes (d_1) e depois do aquecimento (d_2); d_1 será maior que d_2 , menor ou igual? Justifique sua resposta?

Nesta questão identificamos a compreensão dos estudantes para a alteração na densidade dos gases durante a expansão térmica do ar. A densidade é a razão da massa da substância pelo seu volume. A análise das respostas a essa questão ocorreu mediante a construção das categorias ($d_1 > d_2$) avaliando a relação matemática e a agitação das partículas, ($d_1 > d_2$) avaliando a relação matemática e ($d_1 < d_2$)/($d_1 = d_2$). A Figura 4 apresenta as categorias e as porcentagens das respostas dos estudantes sobre a densidade do ar no interior da garrafa antes e após o aquecimento.

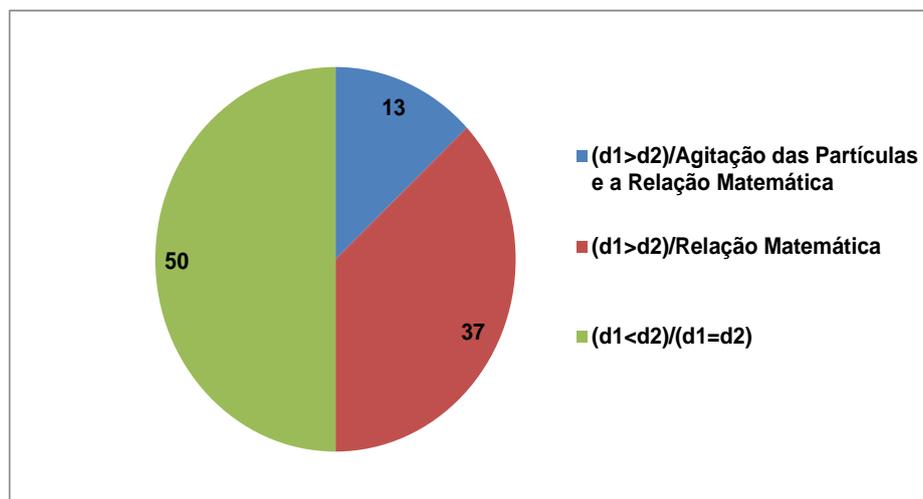


Figura 4: Categorização das respostas dos alunos sobre a densidade antes e após o aquecimento do ar

Para a categoria “(d1>d2)/agitação das partículas e a relação matemática”, observamos que 13% dos estudantes responderam à questão analisando a relação matemática da densidade e o nível molecular, afirmando que a densidade depois do aquecimento (d2), torna-se menor devido à agitação das partículas. Como podemos perceber na resposta abaixo:

“d1 > d2, a densidade é inversamente proporcional ao volume, quando o ar é aquecido, aumenta o volume, diminui a densidade. O ar contido na garrafa está frio e as partículas não estão agitadas. Depois que a garrafa vai para água quente, devido à agitação que as partículas ganham, aumenta a colisão com a superfície da garrafa”.

“Quando maior a temperatura, menor a densidade, uma vez que quando as moléculas estão aquecidas, seu volume será maior, reduzindo a densidade”.

Enquanto que, para “(d1>d2)/ relação matemática”, 37% analisaram somente a relação matemática. Podemos considerar que, os alunos apresentam facilidade em trabalhar com a fórmula da densidade e dificuldade em construir modelos mentais para a compreensão de conceitos ou fenômenos químicos. Os modelos mentais são uma forma de representação analógica do conhecimento: existe uma correspondência direta entre entidades e relações presentes na estrutura dessa representação e as entidades e relações que se busca representar [12].

“d1 > d2 $d = \frac{m}{v}$ densidade e volume são grandezas inversamente proporcionais.”

Para a categoria “(d1<d2)/(d1=d2)”, observamos que os estudantes apresentaram uma justificativa inconsistente na análise da densidade do ar.

“A densidade aumenta, já que alterado seu sistema”.

“Seria igual, porque a densidade é a mesma, propriedade específica da matéria”.

Percebemos nas justificativas dos alunos fragilidades em transitar de forma adequada entre o nível macroscópico e o submicroscópico relacionado a densidade do gás antes e após aquecimento. O aluno confunde o ar com substância ao citar a densidade como uma propriedade específica da matéria. Além de desconsiderar a influência da temperatura na densidade.

A Tabela 5 apresenta as concepções alternativas presentes na construção do modelo para o estado gasoso. A existência dessas concepções alternativas resulta na dificuldade da correta explicação do fenômeno.

Tabela 5: Categorização das respostas dos estudantes sobre a densidade antes e após aquecimento do ar.

Categoria Temática	Unidade Temática	% Alunos
Pressão responsável pelo enchimento da bexiga	“d1 será menor, pois ao aquecer a garrafa fará com que a pressão aumente [...]”	22
Densidade varia com a massa do gás	“Igual, pois só houve uma expansão sem alteração de massa”	22
Densidade como propriedade específica	“Igual. A densidade é uma propriedade de cada substância”	15,6
Aumento das moléculas de gás no sistema	“Menor, pois em d2 há muito mais gás, assim fazendo a bexiga inflar”	15,6
Massa varia com a expansão do gás	“d1 será menor que d2, pois o gás expandido aumenta sua massa [...]”	15,6
Pressão responsável pelo aumento da densidade	“Maior, pois aumenta pressão, aumenta densidade”	9,2

As categorias “massa varia com a expansão do gás”; e “aumento das moléculas de gás no sistema”, abrangem 31,2%. Os estudantes apresentam a ideia que as moléculas aumentam de tamanho, surgimento de novas moléculas e que existem moléculas quentes e moléculas frias, conforme relato dos estudantes abaixo.

“d1 será menor que d2, pois o gás expandido aumenta sua massa, densidade e massa são diretamente proporcionais.”

Para as categorias “densidade como propriedade específica”; “densidade varia com a massa de gás”; e “pressão responsável pelo aumento da densidade”, abrangem 47 % das concepções dos estudantes.

Na categoria “pressão responsável pelo enchimento da bexiga” estão 22% das respostas. Analisando a relação matemática da densidade ($d = \frac{m}{V}$), onde m é massa da amostra de substância dividida pelo volume que ela ocupa, observamos dificuldades no raciocínio dos estudantes ao fenômeno apresentado. O fenômeno acontece em sistema fechado, ou seja, sem alteração de massa. Com o aumento da temperatura, aumenta a distância média entre as moléculas de gás, consequência do aumento do volume, expansão da bexiga. A bexiga colocada na boca da garrafa expande-se, impedido aumento da pressão.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa identificou as principais concepções alternativas apresentadas pelos ingressantes no curso de licenciatura em Química sobre gases, assim como os possíveis fatores relacionados à sua existência.

Foi possível compreender que essas concepções e as dificuldades conceituais podem estar relacionadas a abordagem do assunto gases, visto de maneira superficial tanto no ensino médio quanto nas disciplinas iniciais do curso superior.

Constatamos nas representações submicroscópicas dos estudantes dificuldades em construir modelos mentais, mostrando que os alunos não transitam de forma adequada entre o nível macroscópico e o submicroscópico. Percebemos nas explicações para dilatação do ar, limitações na compreensão do fenômeno. Priorizam os aspectos observáveis, perceptíveis e suas explicações não se deram ao nível atômico-molecular. Identificamos uma confusão conceitual entre “gases” e “gases nobres” ou qualquer outro elemento químico gasoso da tabela periódica.

A pesquisa no ensino de química, sobre concepções alternativas, apresenta relevância na formação e atuação de professores, associada ao estabelecimento de estratégias de ensino para

contemplar essas concepções e possivelmente minimiza-las. É necessário que haja discussões sobre essas concepções e as possíveis representações dos alunos em sala de aula, objetivando modelos mais elaborados para cada fenômeno proposto e que sejam capazes de estabelecer relações entre as propriedades dos gases, como organização, distância média e movimento de partículas. Esse conhecimento promove aos estudantes maximização dos conceitos e conseqüentemente uma atuação mais crítica como cidadão. Por fim, este trabalho pode originar uma pesquisa das concepções sobre gases para os estudantes que estão concluindo o curso.

5. AGRADECIMENTOS

Aos estudantes do 2º período do curso de Licenciatura em Química.

-
1. SCHNETZLER RP. O Modelo Transmissão – Recepção e o Ensino de Ciências. *Revista Em aberto*. 1992; 11 (55): 17-23.
 2. SILVA SM. Concepções Alternativas de Calouros de Química sobre Conceitos fundamentais da Química Geral. Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e da Saúde [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.
 3. BARBOSA EF. Instrumentos de Coleta de dados em projetos educacionais. Instituto de pesquisas e inovações educacionais–educativa.1998. [acesso 25 Nov 2014]. Disponível em: http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B363E5BFD-17F5-433A-91A0-2F91727168E3%7D_instrumentos%20de%20coleta.pdf
 4. COLL C, SOLÉ I. Os professores e a Concepção Construtivista. In: MARTÍN E, MAURI T MIRAS M, ONRUBIA J, ZABALA A. *O Construtivismo em Sala de Aula*. São Paulo: Ática, 2009.
 5. LIBANORE ACLS, OBARA AT. Concepções Alternativas sobre Efeito Estufa e a Formação Científica de Professores e Alunos. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências, Florianópolis-SC, 2009.
 6. MORTIMER E F, MACHADO AH. *Química 1: Ensino Médio*. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2014.
 7. MORTIMER EF. *Introdução ao Estudo da Química: Propriedades dos Materiais, Reações Químicas e Teoria da Matéria*. 3ed. Belo Horizonte: FUNEC/CECIMIG, 1997.
 8. MORTIMER EF. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. 1996; 1(1): 20-39.
 9. MORTIMER EF. Concepções Atomistas dos Estudantes. *Revista Química Nova na Escola*. 1995; (1): 23-26.
 10. MORAES R, GALIAZZI MC. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. *Revista Ciência e Educação*. 2006; 12(1):117-128.
 11. FERNANDES C et al. Conceitos de Química dos ingressantes nos Cursos de Graduação de Química da Universidade de São Paulo. *Revista Química Nova*. 2008; 36(6): 1582-1590.
 12. MOREIRA MA. Modelos Mentais. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. 1996; 1(3): 193-232.
-