



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Daniel Silva Carvalho da Cunha**

**CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO  
BÁSICA SOBRE O CONCEITO DE AR – UMA  
INVESTIGAÇÃO NO ÂMBITO DO PROJETO UnB-TUR  
CIENTÍFICO.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**1º/2017**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Daniel Silva Carvalho da Cunha**

**CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO  
BÁSICA SOBRE O CONCEITO DE AR – UMA  
INVESTIGAÇÃO NO ÂMBITO DO PROJETO UnB-TUR  
CIENTÍFICO.**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Orientador: Roberto Ribeiro da Silva**

**1º/2017**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por tudo que ele me proporcionou. E em seguida, agradeço a toda minha família, pelo apoio incomparável, por presença física ou mental. Agradeço a minha querida mãe Maria José (Lia) e ao meu querido pai José Maria (Zé Maria), que me deram educação, valores, amor e todas essas coisas construíram meu caráter. Ao meu filho Gustavo, que veio para me dar mais alegria e principalmente, mais força para conquistar as coisas e ainda abrilhantar minha vida. A Stéfany, minha companheira e mãe do Gustavo que me ajudou bastante a conseguir meus objetivos na vida. Sei muito bem o que tudo isso representa na minha vida e que ainda me deu um filho lindo. A minha tia Lúcia, por toda consideração e pelos feitos desde os tempos em que eu era pequeno. A minha tia Maria de Lurdes (Dinha), pela consideração e carinho. As minhas tias maternas e paternas. Aos meus tios maternos e paternos. As minhas avós e aos meus avôs.

Agradeço a todos os meus amigos, com os quais tenho a felicidade e o privilégio de conviver juntos. Emanuel, Esli e Pedro, pela consideração e parceria, assim como suas famílias. Michael Lima e Vinícius Melo, por grande consideração e momentos bacanas na UnB. Acácia Araújo, Aldo Azevedo, Diogo Oliveira, Gabriela Monteiro, Jânio Evangelista, Letícia Matsumoto, Luiza Natividade, Milena Santos, Natalia Dias e todos os outros, pela amizade e grande momentos compartilhados em toda jornada.

Agradeço as minhas professoras Patrícia Machado e Renata Razuck por terem me ajudado bastante com seus conselhos e contribuições, e ao professor Wildson Luiz Pereira dos Santos pelas suas palavras. Agradeço também ao meu professor/orientador Roberto Ribeiro da Silva, por todo o apoio, compreensão, generosidade e paciência em todo esse processo de construção desse trabalho.

## **SUMÁRIO**

Introdução.....	6
Capítulo 1 – Estudos sobre concepções prévias.....	7
Capítulo 2 – Atmosfera.....	16
Metodologia.....	22
Resultados e discussão.....	23
Capítulo 5 – Experimentação demonstrativo-investigativa.....	29
Capítulo 6 – Sugestão de experimentação relacionada ao conceito de ar.....	32
Considerações finais.....	41
Referências.....	42

## ***RESUMO***

As concepções prévias são ideias diferentes do padrão científico aceitável. Os estudos sobre as concepções prévias dos alunos iniciaram na década de 1970, e logo depois, passaram a ganhar espaço no ensino. Existem diversos tipos de concepções prévias relacionadas aos conceitos que envolvem a ciência. Sobre o conceito de ar, este trabalho identificou os seguintes tipos de concepções em um grupo de alunos: aristotélica, função, mistura gasosa, natureza da matéria e propriedades. A partir de desses tipos de concepções prévias, são sugeridas algumas atividades demonstrativo-investigativas como possíveis caminhos para superar esses problemas. Primeiramente, há uma abordagem sobre as contribuições dos gregos sobre o conceito de ar na antiguidade. Por fim, cinco experimentos são apresentados e cada um tem a característica de superar um tipo de concepção prévia identificada.

**Palavras-chaves:** Concepções prévias, conceito de ar, Ensino de Química, experimentação.

## INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios que os professores e pesquisadores em educação têm encontrado é a busca pela melhoria da educação básica no Brasil. Hoje em dia há um debate extenso sobre os problemas referentes ao ensino de Ciências. Segundo Pereira (2008), vários problemas no âmbito do ensino acarretam algumas consequências ruins, como, por exemplo, o baixo desempenho de muitos alunos nas disciplinas de Física, Biologia e Química. Ainda segundo Pereira (2008), essa consequência gera um maior afastamento dos jovens dos cursos ligados à carreira científica. E mesmo no ensino focado para a formação de cientistas, em que predomina o caráter conteudista, tem gerado a fuga dos alunos em relação às profissões relacionadas.

Segundo Santos e Mortimer (2016), dentre outros problemas relacionados ao ensino de Ciência, destacam-se: a falta de motivação que os alunos têm em relação aos conteúdos e o crescente percentual de evasão. Ao mesmo tempo em que a escola tem o papel referente à inclusão social, também é caracterizada pelo papel de excludente social. Ainda segundo Santos e Mortimer (2016), por curiosidade, a crescente evasão dos alunos chega a ser inversamente proporcional à classe social em que esses alunos estão inseridos. Logo é notável que o ensino, mas especificamente o ensino de Ciências precisa de uma mudança para que tenhamos boas esperanças de um futuro melhor.

Dentre as sugestões para a melhoria do ensino de ciências, existem pesquisas que são realizadas a respeito das concepções que os alunos trazem para a escola. Por que isso é importante? Em linhas gerais, isso é importante porque o professor deve planejar o ensino a partir do que os alunos já sabem. Assim, o objetivo desse trabalho é investigar as concepções de alunos da educação básica sobre o ar, visto que esse assunto é abordado no ensino médio, no tema gases.

## CAPÍTULO 1

### ESTUDOS SOBRE CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Na década de 1970, iniciaram-se os estudos sobre concepções prévias de estudantes. Os investigadores em ensino de Ciências tinham como objetivo estudar profundamente as noções que os estudantes carregavam para a sala de aula. Todo aluno carrega em si definições sobre natureza e funções/aplicações de assuntos científicos sobre determinado tema. Muitas vezes essas definições são diferentes do padrão científico aceitável. Essas noções, que os alunos trazem, tinham vários nomes, como por exemplo: conceitos espontâneos, conceitos intuitivos, estruturas alternativas e formas espontâneas de raciocínio. Algumas características são encontradas nas concepções prévias de estudantes.

Essas concepções possuíam coerência somente com o ponto de vista do aluno. Elas eram bastante estáveis e resistentes à tentativa de reformulação. Outra característica das concepções prévias era que elas são compartilhadas por outras pessoas. Os estudos realizados sobre as concepções prévias contribuíram bastante para o fortalecimento de um então intitulado paradigma construtivista. Esses paradigmas construtivistas promoveram a contestação dos modelos de e aprendizagem por aquisição conceitual. Os modelos de aprendizagem por aquisição conceitual não contavam com os conhecimentos prévios dos alunos.

As concepções prévias são de suma importância no âmbito do ensino, pois a partir delas, pode-se criar uma maneira de considerar o aluno e seu prévio conhecimento, para sim, construir junto a ele um pensamento científico a partir do que ele já sabe sobre determinado assunto.

Vários estudos são apresentados na literatura, como, por exemplo, no ano de 1995, Mortimer desenvolveu estudos sobre concepções prévias sobre a natureza do átomo e da matéria levantados junto a alunos de uma turma de oitava série do ensino fundamental do ensino escolar brasileiro por meio de diálogos gravados. Diante dos estudos realizados por Mortimer (1995), os resultados mais importantes

mostram que os alunos negam a existência do espaço vazio na matéria e que eles, geralmente, conseguem compreender o modelo aceito cientificamente, porém apresentam grande dificuldade em aceitá-lo porque o mesmo se contraria a ideia intuitiva já contida no próprio pensamento deles. Segundo Mortimer, quando os alunos são perguntados sobre a natureza do espaço entre as partículas, eles costumam responder que entre as partículas existem outras partículas (MORTIMER, 1995). A busca na história da Química, relatando de uma forma mais ampla, história das ciências pode ser a solução para superar as dificuldades encontradas em salas de aulas, pois é notável o paralelismo entre as ideias antigas e as ideias dos alunos.

Já outra pesquisa foi publicada no ano de 1995, em diferentes partes do mundo, citadas por Mortimer e Miranda. Essa pesquisa expõe a dificuldade dos alunos do ensino médio e do ensino fundamental em estudar reações químicas devido ao fato da generalização do conceito. Essas generalizações estendem pela confusão da definição entre transformações químicas e mudança de estado físico (MORTIMER; MIRANDA, 1995). Ainda contam com o fato de que os alunos não sabem quais são os reagentes e nem os produtos em uma reação química e acham que uma substância se transmuta em outra e a matéria se transmuta em energia. As concepções dos alunos foram coletadas por meio de perguntas já formadas pelos pesquisadores, todas elas direcionadas às entidades envolvidas, às mudanças em consequência a transformação, à explicação que os alunos formulam às transformações e à discussão entre evidências macroscópicas e mudanças no nível atômico molecular. Os resultados mais importantes obtidos foram que os raciocínios dos alunos podem ser 'traduzidos' em termos atômico-molecular pelos professores, e dessa maneira os alunos estarão sendo ajudados em uma melhor compreensão entre suas próprias interpretações e a explicação a nível atômico-molecular diante de um fenômeno. E outro resultado obtido foi que na parte da representação de uma equação química, os conceitos que estão abstratamente contidos nela devem ser bem trabalhados, pois com a compreensão dos conceitos, a equação química poderá ser entendida de uma maneira mais simples, mesma a própria representando um fenômeno mais complexo.

No ano de 1996, Echeverría publicou um artigo sobre concepções prévias relacionadas ao tema formação de soluções com aluno do segundo ano do ensino médio em uma escola técnica de Química na cidade de Campinas. Essa pesquisa



contou com um teste escrito e entrevistas realizadas com os alunos. Diante das aulas observadas pela pesquisadora, notou-se que o professor priorizava somente os aspectos quantitativos e macroscópicos sobre soluções, como por exemplo: cálculos de solubilidade e de concentrações, e construção de gráficos e tabelas. O que se observou também foi a passividade dos alunos que raramente se manifestavam. Nas entrevistas com os alunos, referentes aos conceitos envolvidos às soluções, notou-se que nenhum dos alunos evidenciaram a solvatação de íons no caso do exemplo que se tinha sal (NaCl) em água (H<sub>2</sub>O). Eles argumentavam que os íons entravam nos buracos que tem entre as moléculas de água, evidenciando de forma indireta o espaço vazio entre as moléculas de água, e logo em seguida contrapondo o espaço vazio em um sólido. A facilidade do uso de termos químicos era evidente, porém era associada à falta de uma real compreensão dos fatos. O caso da dissolução do açúcar em água também foi aplicado aos testes e entrevistas, e para explicar esse fenômeno, os alunos sentiram grande dificuldade. Mesmo com os conceitos apresentados aos alunos tanto no texto quanto nas entrevistas no intuito de ajudá-los na compreensão tanto da dissolução do sal e do açúcar em água, essa dificuldade também pode ser explicada pelo fato de que o professor não abordou durante suas aulas o exemplo da dissolução do açúcar em água, e restaram aos alunos criarem especulações sobre esse fenômeno. Um dos alunos relatou, mesmo em dúvidas, que na dissolução do açúcar em água ocorria uma reação química.

Os resultados que se destacaram do artigo foram que a Química é regida a nível fenomenológico de conhecimento, ou seja, de forma empírica e que geralmente os alunos tem ideias que não coincidem com o que é ensinado em reação aos conceitos químicos fundamentais. Segundo Echeverría (1996), “O conhecimento empírico não conduz o pensamento à cognição da identidade, da essência e da causalidade. Isto é só feito pelo pensamento teórico (p.17).”

As pesquisas realizadas por Machado e Aragão (1996) analisaram as concepções prévias de alunos sobre equilíbrio químico. As concepções relatadas eram de alunos do ensino médio de uma turma de 37 alunos de uma escola da rede municipal de Belo Horizonte. Essa pesquisa consistiu de aulas observadas antes do levantamento de dados, com entrevistas e atividades que envolviam a representação de sistemas no estado de equilíbrio. Na escola, a abordagem do

conceito de equilíbrio químico estava somente no âmbito da disciplina de Química e dessa maneira criou-se dificuldades aos alunos na aprendizagem dos conceitos de equilíbrio químico (MACHADO e ARAGÃO, 1996).

Algumas concepções sobre equilíbrio químico estavam associadas ao ato de andar de bicicleta e ao ato de observar uma balança, ou seja, concepções advindas da física sobre equilíbrio estático. Outras concepções eram observadas, como por exemplo: alguns alunos relacionavam o estado de equilíbrio químico à uma reação em que não se acontecia mais nada, dando ao equilíbrio um caráter estático. Além de alguns negarem o caráter dinâmico em um equilíbrio químico, muitos deles tinham certa dificuldade em diferenciar o que é igual do que é constante no conteúdo. No caso da representação do estado de equilíbrio químico, os alunos tinham a ideia de que as espécies químicas estavam em recipientes separados. Isso até reforçado pelas expressões de que ocorre um deslocamento para direita ou para a esquerda quando se discute o Princípio de Le Chatelier. Por consequência, isso acaba por ocasionar a não compreensão da diferença entre o fenômeno da reação química e a equação química desse fenômeno (representação). Segundo Machado e Aragão (1996), diante das análises dos resultados obtidos, é necessário que se tenha uma abordagem bem diferente de equilíbrio químico para facilitar a compreensão dos alunos. Por exemplo, ao começar a deixar um pouco o quadro de lado e trazer o fenômeno para o centro da sala de aula para que os alunos possam observar é bastante viável começar a mudar o pensamento dos alunos sobre o tema a ser discutido.

As pesquisas realizadas por Mortimer e Amaral (1998) analisaram as concepções prévias de estudantes sobre calor e temperatura no ensino de termoquímica. O método de pesquisa consistiu na sugestão da aplicação de quatro atividades para favorecer a construção dos conceitos científicos trabalhados a fim de alunos tomarem consciência do conjunto de ideias informais e de ideias científicas, e posteriormente, entender a diferença entre esses dois conjuntos. Segundo o artigo, para uma boa compreensão da maioria dos fenômenos de interesse na ciência passa por um bom entendimento da definição de energia, que não é uma definição tão simples. E o uso, pelos estudantes, de alguns conceitos como energia, calor e temperatura não têm o mesmo significado na ciência e na linguagem comum. Essa situação tinha sido a causa de dificuldades dos estudantes na aprendizagem dos

conceitos de termoquímica. Essa situação ficou mais agravada pelo fato de, na maioria das vezes, o professor trabalhar conceitos mais avançados como, por exemplo, o calor de reação e lei de Hess, relataram os autores do artigo.

Foram citadas no artigo algumas concepções informais sobre calor e temperatura. No caso do calor, este é associado a uma substância. Outra concepção é que o calor é diretamente proporcional à temperatura; esta relação é muito comum, evidenciadas pelas expressões “faz muito calor” e “calor humano” quando se tem a propósito de indicar que está em um ambiente muito quente (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Os autores sugeriram um conjunto de atividades para superar essas dificuldades. A primeira atividade contou com a comparação entre um termômetro de laboratório e um termômetro clínico. Na realização da atividade foi observada a falta do conhecimento da lei zero da termodinâmica no processo dos termômetros, nos quais a transferência de calor ocorra de um corpo com uma maior temperatura para o outro corpo com uma menor temperatura em busca do equilíbrio térmico. Segundo Mortimer e Amaral, seria recomendável uma discussão com os alunos sobre outros sistemas, os quais não seguem o princípio do equilíbrio térmico, como, por exemplo: corpo humano, uma vela e um ferro de passar roupa. A segunda atividade foi sugerida com o objetivo dos alunos perceberem que nem sempre a sensação de quente e frio corresponde a uma diferença real de temperatura, e a mesma deveria ser conduzida da seguinte maneira: os alunos avaliariam a temperatura em dois blocos, um de madeira e o outro de alumínio, e posteriormente, verificariam com termômetro que a temperatura em ambos os blocos é a mesma. O bloco de alumínio por parecer mais frio, o que causaria certo espanto aos alunos que por consequência, tiveram dificuldade em relatar o fenômeno. Essa atividade também permitiu o debate sobre calor específico, logicamente aproveitando o uso de diferentes materiais no experimento.

A terceira atividade sugerida tinha como objetivo que os alunos estabelecessem a relação entre calor e diferença de temperatura por meio da realização do cálculo da quantidade de calor transferida entre duas massas iguais de água, a diferentes temperaturas. Sugeriu-se que os alunos misturassem quantidades iguais de água (50 mL) a temperaturas diferentes, como por exemplo, a 20 °C e a 40 °C e que repetissem o mesmo procedimento às temperaturas 60 °C e a

70 °C. Logo depois, foi sugerido aos alunos que calculem a quantidade de calor a partir da fórmula  $Q = m \times C \times \Delta T$ . A expectativa dos alunos em associar uma maior quantidade de calor à uma maior temperatura seria contrariada a partir dos cálculos. Eles iriam observar que diante dos dados, a maior troca de calor ocorreria entre os sistemas que estavam a uma temperatura mais baixa, pois a diferença entre eles era de 20 °C.

A quarta atividade sugerida tinha como o objetivo de trabalhar a idéia de que só haveria a transferência de calor se existisse uma diferença de temperatura entre dois sistemas. Solicitou-se que montassem um sistema de aquecimento de uma água em um béquer e que dentro desse béquer seria colocado um tubo de ensaio contendo água dentro (sem deixar o tubo de ensaio encostar-se às paredes e ao fundo do béquer). Mesmo que se atingisse a temperatura necessária para o processo de ebulição da água, os alunos ficariam surpresos pelo fato da água dentro do tubo de ensaio não realizar tal processo. Segundo o artigo, essa atividade também permitiu o debate da prática cotidiana de utilizar o 'banho-maria' para aquecer alimentos. Segundo os autores do artigo, seria recomendável a discussão dos conceitos de calor e temperatura no decorrer das atividades.

As pesquisas realizadas por Fernandez e Marcondes (2006) analisaram as concepções prévias de estudantes sobre o conteúdo de ligações químicas. Os autores relataram que o tema ligações química tinha um grande potencial para gerar concepções equivocadas por parte dos alunos, isso devido ao fato de ser um tema muito abstrato e distante das experiências dos alunos. As principais concepções dos estudantes sobre ligação química foram abordadas pelos autores, como por exemplo: confusão entre ligação iônica e covalente, antropomorfismo e energia nas ligações químicas.

Segundo os autores, as ligações iônicas eram entendidas como unidirecionais e pertencentes às mesmas regras de comportamento das ligações covalentes. Outra característica foi relatada no artigo, que retículo cristalino não era algo comum entre os estudantes. Por consequência, muitos alunos acreditavam que o cloreto de sódio existisse como uma entidade discreta. Muitos estudantes acreditavam que as ligações covalentes seriam fracas, já que compostos que apresentam esse tipo de ligação, em sua maioria, têm baixos pontos de ebulição. Outra concepção relatada pelos autores foi que muitos estudantes tinham a ideia de que as ligações

covalentes seriam rompidas se a substância passasse por um processo de mudança de estado físico. A idéia de compartilhamento na ligação covalente também recebe um destaque nas concepções prévias no artigo. Alguns alunos chegavam a pensar que os pares de elétrons, em uma ligação covalente, são compartilhados igualmente. Isso se deve ao fato de que a palavra compartilhar tem um significado muito específico no âmbito da Química. Na linguagem do dia a dia, o significado da palavra compartilhar é diferente, pois remete a possuir ou usar conjuntamente.

Os alunos também apresentaram concepções relacionadas aos aspectos antropomórficos. Foi possível identificar essas concepções pelas seguintes frases ditas pelos alunos: “O carbono quer fazer quatro ligações”; “a razão para os elétrons serem transferidos é a obtenção de uma camada completa”. Em relação à energia envolvida nas ligações químicas, os muitos estudantes apresentaram a concepção de que a ligação química pode ser associada a uma mola. Além da associação da ligação química a uma mola, ocorreria a liberação de energia quando a mesma fosse rompida. Essa concepção dos estudantes sobre a energia nas ligações demonstrou que eles enxergavam a ligação química como uma entidade física.

Segundo os autores, o professor, previamente, deveria ter ciência das concepções prévias dos alunos sobre o tema ligações químicas. A partir dessas concepções prévias, o professor aplicaria ações pedagógicas aos alunos para que eles pudessem ter uma melhor compreensão sobre ligações químicas.

As pesquisas realizadas por Carobin e Serrano (2007) construíram uma revisão bibliográfica com base em artigos referente às análises de concepções prévias de estudantes sobre equilíbrio químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. Os autores do artigo apresentaram a ideia que os fenômenos químicos podem ser compreendidos dentro de três níveis representacionais: o sensório, o microscópico e o simbólico. O nível sensório seria caracterizado pelos aspectos macroscópicos de fenômeno químico. O nível simbólico seria caracterizado pela representação abstrata desenvolvida para representar o fenômeno químico. Já o nível microscópico seria caracterizado pela representação do comportamento cinético-molecular associado ao fenômeno químico. As concepções prévias dos estudantes foram categorizadas nestes níveis. Porém, o que os autores destacaram foi que o nível microscópico foi pouco

ênfatisado, segundo eles, a uma das causas seria que esse tipo de nível decorre de informações abstratas e invisíveis.

De acordo com os artigos revisados pelos autores, os estudantes não tinham uma imagem mental bem desenvolvida de como os átomos se reorganizam em uma molécula. Persistia nos alunos a ideia de que existiam átomos coloridos, isso devido ao fato da utilização do Kit de moléculas. Em questão da reversibilidade da reação em equilíbrio químico, muitos alunos traziam explicações em termos de mudanças físicas, além de considerarem a matéria estática e contínua. Muitos alunos apresentaram dificuldade em imaginar que reagentes e produtos estariam juntos em um mesmo sistema. Eles imaginavam que reagentes e produtos, simbolizados pelas equações representacionais, estariam em recipientes separados. Outra concepção encontrada nos artigos foi que os estudantes acreditam que as concentrações tanto dos reagentes quanto dos produtos é igual aos coeficientes estequiométricos da reação.

Com a aproximação do equilíbrio em questão, os estudantes acreditavam que as taxas de reação, tanto a direta quanto a inversa, aumentariam simultaneamente à medida de que o equilíbrio se aproximasse. Outra concepção da mesma categoria que foi coletada e retravava que os estudantes imaginavam que após o início da reação a taxa de reação direta aumentaria e a taxa de reação inversa diminuiria até que se estabelecesse o equilíbrio. Sobre o fator temperatura, os estudantes acreditavam que quando se aumenta a temperatura, aumentaria as taxas de reação, tanto a direta quanto a inversa.

As pesquisas realizadas por Castro e Ferreira (2015) analisaram as concepções prévias sobre o conceito de calor advindas de estudantes que cursavam o início dos cursos de licenciatura e bacharelado em Química em uma IES localizada em Teresina, Piauí. Os autores relataram no artigo as principais características das concepções prévias sobre o conceito de calor com base em outros artigos. As concepções eram que os alunos acreditavam que o calor era uma substância; que existiriam calor quente e calor frio; e o calor era proporcional à temperatura. Outras concepções encontradas pelos autores eram de que o calor era entendido com uma propriedade que os objetos possuíam, e isso era reforçado pelos dizeres, como por exemplo: “adição de calor a pressão constante” e “adição de calor a volume constante”.

Os autores relataram que no âmbito da teoria das representações sociais existiam formas diferentes de conhecer e de se comunicar. Essas formas diferentes eram conduzidas por objetivos diferentes nas quais se definiriam duas delas: a forma consensual e a forma científica. O universo científico era uma sociedade de especialistas que precisariam obedecer a alguma hierarquia interna, pois uns seriam mais capacitados do que os outros. Por outro lado, o universo consensual era o universo do senso comum na qual se encontrariam as práticas interativas cotidianas.

Os autores separam as concepções por palavras chaves. Dentre todas as concepções encontradas pelos autores, a palavra que foi mais associada à definição de calor foi energia. Já a segunda palavra que foi mais associada à definição de calor foi temperatura e a terceira foi o adjetivo quente. Alguns alunos acreditavam que calor era a liberação de energia e outros associaram calor à uma transição de energia de um corpo com maior temperatura para um corpo com menor temperatura.

Em questão do termo temperatura, alguns alunos relataram que a temperatura é que determina o nível do calor. Eles acreditavam que quanto maior a temperatura, maior será o calor. Outros alunos também associaram até a cidade de Teresina. Eles disseram que a cidade de Teresina seria a cidade mais quente que existe, ou seja, segundo eles, muito calor.

Por meio desta pesquisa realizada, foi possível ter conhecimento das representações sociais de um conjunto de alunos que acabaram de ingressar nos cursos de Química de uma IES de Teresina (PI). Em geral, as representações de calor giraram em torno de dois significados: o científico e o climático.

## **CAPÍTULO 2**

### **ATMOSFERA**

Este texto corresponde a uma adaptação do livro 'A atmosfera terrestre'(TOLENTINO, ROCHA-FILHO e SILVA, 2004). A atmosfera terrestre é um dos fatores principais tanto para o surgimento quanto para a manutenção da vida no planeta. A coloração azulada do céu é uma percepção corriqueira. Os avanços tecnológicos, posteriores ao fato de que Lúri Gagárin teria afirmado que a terra seria azul diante de sua viagem ao espaço, levaram o homem à Lua. A partir de então registros fotográficos foram publicados em artigos e revistas. O tom azul do planeta Terra juntava-se com o marrom-avermelhado das massas continentais e o branco das nuvens. O tom azulado da Terra, a coloração azulada do céu, as sombras decorrentes da interceptação da luz solar por objetos são exemplos de características próprias do planeta Terra. A camada gasosa que reveste todo nosso planeta é a razão para essas características.

#### **Origem da atmosfera terrestre**

As teorias que envolvem os primórdios do sistema solar são de grande importância para o entendimento da origem da atmosfera terrestre. Existem várias hipóteses que buscam explicar o surgimento dos planetas que orbitam em torno das estrelas. Uma das hipóteses é denominada "hipótese de condensação". Segundo essa hipótese, no início havia uma grande nuvem de gases que girava no espaço. Logo depois, essa nuvem de gases apresentou um aumento de pressão decorrente do seu aquecimento provocado por ondas de choque, fortes campos eletromagnéticos e intensas atrações gravitacionais. Essas ondas de choque eram provenientes de outras explosões estelares.

No centro da nuvem de gases formou-se um núcleo denso e quente que logo depois viria a dar origem a uma estrela. Dessa mesma maneira que o Sol foi formado. Segundo a hipótese, o Sol seria circundado por um disco de gases e



poeira cósmica. Na parte interna da massa desse disco, a temperatura aumentaria. O aumento de temperatura provocaria reações químicas e nucleares. Na parte periférica do disco de gases, formada pela mistura entre poeira e gases, ocorreria um esfriamento. Com esse esfriamento, ocorreria a formação de núcleos de condensação, agregações materiais provocadas pela ação da gravidade.

A origem dos planetas viria da colisão dos agregados formados. Pois a partir das colisões dos agregados, uns com os outros, formaria fragmentos que ganhariam dimensões maiores até serem transformados em rochas sólidas. Essas rochas sólidas resultariam a formação dos planetas. Ao decorrer do processo de formação do planeta Terra, as transformações físico-químicas geraram a produção de substâncias gasosas. Primeiramente, predominou-se a existência de substâncias simples, tais como hidrogênio ( $H_2$ ) e o hélio ( $He$ ). Depois, de maneira abundante, houve a predominância dos gases: metano ( $CH_4$ ), amônia ( $NH_3$ ), vapor d'água ( $H_2O$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ).

Novos compostos foram formados a partir algumas ações, como por exemplo: radiação ultravioleta, o resfriamento progressivo do planeta, as descargas elétricas e outras transformações físico-químicas. Essas transformações físico-químicas envolviam a liberação de oxigênio, a condensação do vapor d'água e a decomposição da amônia. A partir desses processos, a composição da atmosfera foi se alterando lentamente.

A Terra se resfriou vagarosamente e acabou dando origem a uma atmosfera primária. Ao mesmo tempo, houve o surgimento dos primeiros organismos vivos. A respiração e a fotossíntese desempenharam um papel fundamental para a formação da atmosfera secundária. Essa atmosfera secundária chegou à composição básica presente nos dias atuais e está sujeita às alterações, como por exemplo: a entrada e saída de gases.

## Composição da atmosfera

A atmosfera, ou seja, o manto gasoso do nosso planeta é dividido em camadas hipotéticas. Essas camadas variam da troposfera, que é a camada mais próxima da superfície terrestre, até a exosfera, que é a camada mais distante da superfície terrestre situada a partir de 400 quilômetros de altitude.

A composição da atmosfera varia bastante, pois as condições do manto gasoso que envolve nosso planeta apresentam mudanças conforme a altitude. A referência à composição do ar “limpo e seco” é usual a fim de fixar algumas condições. O conceito de ar limpo remete-se, nesse caso específico, a ausência de substâncias ou materiais estranhos. As propriedades da atmosfera e as suas mais importantes funções no nosso planeta devem-se aos componentes invariáveis nela presentes. Para determinar os componentes, coleta de amostras na região inferior a troposfera foi realizada. Para a análise das composições das camadas superiores empregam-se, primeiramente, balões e, logo depois, foguetes, que passaram a ser utilizados para coletar amostras em altitudes cada vez maiores.

Atualmente os levantamentos de dados sobre a atmosfera são realizados a partir de observações feitas por meio de aeronaves, sondas e satélites. Portanto, diante dos estudos realizados, a composição média do ar “limpo e seco”, que é denominada homosfera, contém os seguintes componentes: nitrogênio ( $N_2$ ), oxigênio ( $O_2$ ), argônio (Ar), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), neônio (Ne), hélio (He), metano ( $CH_4$ ), criptônio (Kr), hidrogênio ( $H_2$ ) e xenônio (Xe). Todos os componentes estão em diferentes proporções a certo volume de ar “limpo e seco”. O componente mais abundante é o nitrogênio, que está presente em cerca de 80 % em toda homosfera. A tabela 1 abaixo representa a composição de um metro cúbico de ar “limpo e seco”.

<b>Composição média do ar limpo e seco.</b>	
<b>Componente</b>	<b>Teor (por metro cúbico)</b>
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780,8 litros (L)
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209,5 litros (L)
Argônio (Ar)	9,3 litros (L)
Gás carbônico (CO <sub>2</sub> )	≅ 375 mililitros (mL)
Neônio (Ne)	18 mililitros (mL)
Hélio (He)	5,2 mililitros (mL)
Metano (CH <sub>4</sub> )	1,8 mililitros (mL)
Criptônio (Kr)	1,1 mililitros (mL)
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,53 mililitros (mL)
Xenônio (Xe)	0,086 mililitros (mL)

**Tabela 1.** Composição média do ar limpo e seco

## **Importância e papel fundamental da atmosfera**

O ar atmosférico é um dos principais reservatórios de substâncias essenciais para os seres vivos. Por exemplo, o carbono, que está presente na atmosfera sob a forma de gás carbônico, é incorporado aos seres vivos e à cadeia alimentar por meio do processo de fotossíntese. O oxigênio também é outra substância essencial e que está presente na atmosfera. O oxigênio é responsável pela respiração animal e vegetal. O hidrogênio é reciclado sob forma de água ou vapor d'água através da atmosfera terrestre. A atmosfera tem, de maneira geral, suas funções relacionadas aos processos biológicos, e até por ser um reservatório de elementos essenciais.

Outra função que a atmosfera exerce é a de manto térmico e protetor. A ocorrência de reações físico-químicas essenciais deve-se ao fato de que a atmosfera é suficientemente transparente. Por essa transparência, a atmosfera permite a passagem de grande parte da radiação solar que banha a superfície terrestre, ocasionando iluminação e reações físico-químicas na mesma.

O ar atmosférico sempre esteve em total serviço ao homem. A atmosfera, que tem um comportamento como fluido, apresenta propriedades inerentes a essa forma de apresentação da matéria. Essas propriedades estão relacionadas à

compressibilidade e à resistência ao avanço de corpos que nela se deslocam. Com essas propriedades, ocorrem a geração e propagação do som e o surgimento de forças que viabilizam o voo. As sensações sonoras que sentimos são provenientes de ondas resultantes de vibrações.

Os gases da atmosfera têm um papel importante como matéria prima para indústrias químicas e também para outras finalidades. Esses gases, obtidos a partir do ar atmosférico, desempenham papel bem relevante na economia das indústrias modernas. O ar fornece às indústrias seis gases, são eles: nitrogênio, oxigênio, argônio, neônio, criptônio, e xenônio. Esses gases são importantes para produção e manutenção de temperaturas muito baixas em sistemas. Essa função acabou por dar origem a uma área da tecnologia conhecida como “criogenia”.

O nitrogênio, como por exemplo, tem cerca de dois terços de sua composição que é comercializada como gás, embutido em cilindros. E cerca de um terço é comercializado na forma líquida. O nitrogênio gasoso tem suas importantes aplicações, como por exemplo: impedimento do contato do metal à alta temperatura com o ar na indústria do aço, a conservação de alimentos na indústria alimentícia, o empacotamento de medicamentos na indústria farmacêutica e o acondicionamento de flores na comercialização das mesmas. Já o nitrogênio líquido, por exemplo, é bastante utilizado no congelamento de carne. Essa prática facilita a trituração das carnes.

O oxigênio também é comercializado tanto na forma líquida como na forma gasosa. Na forma de gás, o oxigênio tem uma larga utilização na indústria do aço. Dentre as utilizações, destacam-se as seguintes: a aceleração dos processos de oxidação e presença nas misturas de combustíveis dos foguetes e aeronaves espaciais.

Na agricultura, um dos componentes importantes para o solo é a matéria orgânica, que é formada por restos de animais ou vegetal. E um dos nutrientes essenciais é o nitrogênio que é fornecido pelos adubos químicos nitrogenados.

O teor de gás carbônico na atmosfera cresceu ao longo do tempo. O que ocasionou esse aumento foi o crescimento populacional e, conseqüentemente, o crescimento das atividades exercidas pelo homem que levam à produção desse gás. O gás carbônico é utilizado nas indústrias de bebidas em larga escala. Esse gás também é utilizado em extintores de incêndio do tipo espuma e na refrigeração de

sorvetes e carnes, esta última função na forma sólida. O aumento do teor do gás carbônico já preocupou alguns cientistas há muito tempo. Uns dos cientistas que mostrou uma preocupação com esse fenômeno foi Svante A. Arrhenius, se inquietando com as possíveis alterações climáticas. O gás carbônico presente na atmosfera é dissolvido na água das chuvas, originando uma solução com um caráter ligeiramente ácido. Esse fato da chuva ser ligeiramente ácida gera alguns efeitos, como por exemplo, a erosão química de monumentos.

Os prejuízos aos seres vivos são provenientes das alterações que ocorrem no meio ambiente. Essas alterações são associadas à poluição da atmosfera, que gera uma modificação na composição da própria atmosfera. O efeito estufa e o depauperamento da camada de ozônio também são outros problemas associados à atmosfera.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGIA**

O projeto de extensão Integração Universidade Escola tem como objetivo realizar palestras no Instituto de Química para alunos e professores da educação básica, do Distrito Federal e do entorno semanalmente. Os palestrantes são os professores e alunos de graduação da área de Ensino de Química.

O tema das palestras foi atmosfera, e a partir das visitas das escolas ao local, foi solicitado aos alunos presentes, antes do início do discurso dos palestrantes, que respondessem espontaneamente o que eles entendem sobre o que é o ar. A pergunta indicará o que os alunos têm em mente sobre o conceito de ar, questionando-os da seguinte maneira: “ O que é o ar ?”. Com as respostas dos alunos foram categorizadas.

Os dados foram coletados no segundo semestre de 2015 e no primeiro semestre de 2016, envolvendo 10 escolas, totalizando 490 respostas de categorias a partir de um grupo de 444 alunos da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio).

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na revisão bibliográfica, as concepções prévias se constituem numa estratégia importante ao professor para que ele possa identificar as dificuldades dos alunos. A partir das concepções identificadas dos alunos que o trabalho do professor se inicia.

A partir dos dados coletados, as concepções prévias foram classificadas em cinco categorias. Essas categorias identificadas foram: função, mistura gasosa, natureza da matéria, propriedades e concepção aristotélica. A Tabela 2 apresenta para cada categoria o total de respostas e os respectivos valores percentuais.

<b>Categorias</b>	<b>Respostas</b>	<b>Porcentagem do total</b>
<b>Função</b>	183	37,4%
<b>Mistura gasosa</b>	127	25,9%
<b>Natureza da matéria</b>	120	24,5%
<b>Propriedades</b>	33	6,73%
<b>Concepção Aristotélica</b>	21	4,29%
<b>Não sabia</b>	6	1,22%
<b>Total de respostas</b>	490	100%

**Tabela 2.** Total de respostas e porcentagem de categorias de concepções prévias.

Algumas respostas de alunos se encaixavam em mais de uma categoria, o que ocasionou um número maior de respostas(490) do que alunos(444). Dentre o total dos alunos, 438 alunos tinham alguma concepção sobre o conceito de ar. A partir dos dados da Tabela 2 é possível observar que a categoria função teve um maior número de respostas, correspondendo a 37,4%.

Alguns exemplos de respostas que foram classificadas nessa categoria são:

*“O que entra nos meus pulmões e purifica ou então contamina”;*

*“Uma das várias coisas que nos mantêm vivos!”;*

“O ar é aquilo que respiramos”.

Essa predominância, provavelmente, diz a respeito à forma de como o ar é ensinado no ensino fundamental. Um dos livros consultados (livro X), que é destinado ao oitavo ano do ensino fundamental, não aborda o conceito de ar de forma mais abrangente. Na parte destinada às explicações sobre o processo respiratório, é reforçado que nós seres humanos inspiramos o ar, no caso oxigênio, e produzimos gás carbônico.

## 1 A respiração libera energia do alimento

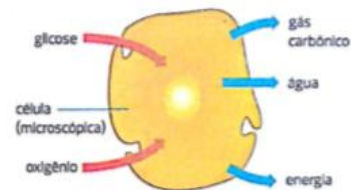
Os alimentos contêm a energia necessária para nossas atividades. Essa energia é liberada por meio de uma transformação química conhecida como **respiração celular**, que ocorre no interior das células.

Na respiração celular aeróbica, uma substância (geralmente a glicose) combina-se com o oxigênio vindo do ar. A energia da glicose é liberada e pode ser utilizada pelo corpo para realizar alguma atividade. Nesse processo são produzidos também água e gás carbônico. Veja a figura 6.2.

Mas você sabe por que a respiração celular depende do bom funcionamento do sistema respiratório?

A respiração celular aeróbica só pode acontecer se o oxigênio chegar até as células. E as células acabam morrendo se ficam sem oxigênio. São os órgãos do sistema respiratório que capturam o oxigênio do ar e o levam até o sangue. Esse processo é chamado de **respiração pulmonar** ou **ventilação pulmonar**. É ele também que elimina o gás carbônico produzido na respiração celular. Se esse gás se acumulasse no sangue, o equilíbrio químico do corpo poderia ser afetado: o sangue ficaria ácido, o que prejudicaria o funcionamento das células.

O ar entra pelo nariz, passa pela faringe, laringe, traqueia, pelos brônquios, bronquíolos e chega aos alvéolos pulmonares, pequenos sacos de fundo cego localizados nas extremidades dos bronquíolos. Dos alvéolos, o oxigênio passa para o sangue e daí é levado até as células em todas as partes do corpo. Veja a figura 6.3.



6.2 A respiração celular pode ser resumida assim: glicose + oxigênio → gás carbônico + água + energia. (Figura sem escala. Cores fantasia.)

Figura 1. Recorte da página 83 do livro X.

A categoria mistura gasosa apresentou 25,9% do total de respostas. Os exemplos de respostas dessa categoria foram os seguintes:

“Conjunto de gases”,

“ O ar é uma material composto por gases, como por exemplo, nitrogênio, oxigênio e outros” e

“ O ar é um mistura de gases que compõe a atmosfera”



O livro Y contém uma definição do conceito de ar, que o caracteriza como mistura gasosa. A definição de que o ar é uma mistura gasosa é uma abordagem de conceito corretamente aceita pela ciência. Todas as três respostas levaram em conta a presença de gases na definição do conceito de ar.

A categoria natureza da matéria apresentou 24,5% do total de respostas, ou seja, um valor bem próximo ao da categoria mistura gasosa. Alguns exemplos de respostas dessa categoria foram os seguintes:

### ■ A composição do ar

O ar é uma verdadeira mistura de gases. Entre tantos que podemos encontrar, alguns aparecem em maior quantidade: O **nitrogênio** e o **oxigênio**. Ambos formam a parte fundamental do ar, correspondendo a 99% de sua composição. Isso significa que, em cada 100 litros de ar, 99 são exclusivamente de nitrogênio e oxigênio. O 1% restante é composto pelo que chamamos de **gases-traço**, aqueles que possuem apenas uma pequeníssima quantidade na atmosfera, mas cuja ausência faria diferença.



O oxigênio e o nitrogênio são gases muito importantes para a vida.

Figura 2. Recorte da página 213 do livro Y

“O ar é formado por partículas de oxigênio”,

“ O ar é uma matéria” e

“É oxigênio”.

Analisando as respostas acima, vimos que na primeira resposta, o aluno diz que o ar é formado por partículas de oxigênio. Isso pode significar que ele imagina que o ar é formado por apenas uma substância. O termo partículas remete-se a natureza da matéria, logo essa resposta está parcialmente correta. A segunda resposta outro aluno afirma que o ar é uma matéria, ou seja, esse aluno propõe que o ar tem massa e ocupa volume no espaço. Porém, o conceito de matéria é muito geral. A terceira resposta se encaixa numa característica parecida com a da primeira, pois o aluno imagina que o ar é formado somente pela substância oxigênio.

A categoria propriedades, que correspondeu à uma porcentagem de 6,73%, tem características muito próximas da categoria função. Como por exemplo, no livro X, é possível observar na página 210 a unidade destinada à abordagem do céu e do espaço aborda relações entre o ar e a atmosfera. Em alguns trechos, o livro define que o conceito de ar, segundo a ciência, seria bastante difícil. Ainda em seguida, abordagens relacionadas às categorias propriedades e função do ar são postas, como por exemplo:

*“não podemos ver e muito menos pegar”,  
“ele está em todo lugar” e  
“é possível sentir no vento”.*

Somente depois de alguns tópicos abordados, o conceito de mistura de gases é relacionado ao ar. Segundo a ciência, o ar é uma mistura gasosa que tem uma composição média, na qual predominam as substâncias nitrogênio e oxigênio.

## O Ar e a Atmosfera

O que é o ar? Aparentemente, essa é uma pergunta difícil de responder. Nós não o podemos ver e muito menos pegar. Apesar disso, podemos ter certeza de que ele está em todo lugar. É possível senti-lo no vento ou perceber sua força no balanço das árvores ou na quebrada das ondas na praia.



O ar é bem mais complexo do que podemos imaginar. Por exemplo, é ele quem carrega os gases essenciais para vivermos. Assim como acontece com a água, nossa vida seria praticamente impossível sem a sua presença.

Apesar de não ter uma forma definida, o ar é bem organizado — e precisa ser; afinal, uma de suas funções é a proteção do planeta. Observe a forma da Terra e imagine se você tivesse que cobri-la com uma capa. Certamente essa capa seria esférica, não é? E se essa capa fosse toda feita de ar? Seria, então, uma esfera de ar. Essa camada é a **atmosfera**, uma camada que fica presa à Terra por forças físicas especiais, que controla a sua temperatura, as chuvas, e que protege o planeta da luz excessiva do Sol, além de outras funções que conheceremos a partir de agora.

**Figura 3.** Recorte da página 210 do livro Y

Já a categoria concepção aristotélica, que tem como característica as ideias de Aristóteles que propôs os quatro princípios formadores de todas as coisas no mundo.

Segundo Aristóteles, esses princípios formadores são os elementos: água, ar, terra e fogo. Além de acreditar que tudo era formado a partir desses elementos, Aristóteles acrescentou quatro qualidades a esses elementos: quente, frio, seco e úmido. Segundo o filósofo grego, ar seria quente e úmido; fogo seria quente e seco; terra seria frio e seco; água seria frio e úmido.

Alguns exemplos de respostas dessa categoria foram os seguintes:

*“Elemento da natureza”,*

*“Um dos quatro elementos fundamentais para a vida” e*

*“Elemento fundamental da vida”.*

Todas essas respostas estão relacionadas ao que Aristóteles propusera. Ao relatar que o elemento é que forma algo, como por exemplo, o ar, os alunos tomam como posse a teoria aristotélica. Essas respostas podem ser encontradas em diversos livros, histórias em quadrinhos (HQ), sítios de internet e até em certos programas televisionados. Como por exemplo, uma animação chamada ‘5elementos’ caracteriza o ar, a água, a terra, o fogo e o trovão como elementos da natureza. Essa animação é disponível em sítios de internet e também é comercializado em revistas mangá (espécie de HQ japonesa).

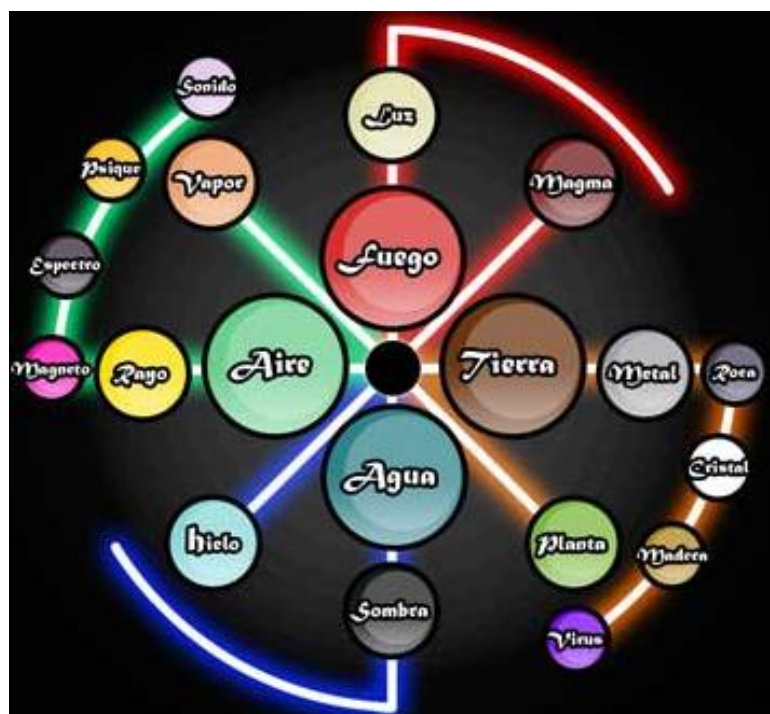


Figura 4. Recorte de tela de um episódio de “5elementos”

Outra animação que pode ter influenciado as respostas analisadas dos alunos é o 'Avatar'. O desenho 'Avatar' é bem popular e contém filmes relacionados, como por exemplo, o filme o último mestre do ar. Esse filme demonstra conflitos entre nações, sendo que cada nação, segundo o filme, representa cada elemento da natureza: água, ar, terra e fogo.

De um modo geral, levando em questão que a categoria função foi a mais abundante dentre todas as categorias, percebe-se que o ensino fundamental, mas precisamente na parte do Ensino de Ciência, ainda é debilitado. É perceptível a carência de uma definição do conceito do ar em alguns livros de Ciências Naturais. Também é notável a influência da mídia sob os alunos na questão do conceito do ar, sendo esse conceito aristotélico já foi ultrapassado há muito tempo.

## CAPÍTULO 5

Este capítulo apresenta as ideias centrais abordadas por Silva, Machado e Tunes (2010). Desde o século 18, o papel da experimentação no Ensino de Ciências era reconhecido pelos filósofos. Porém, somente nas últimas décadas do século 19 que a experimentação ganhou um espaço a mais se consolidando no currículo de Ciências da Inglaterra e dos Estados Unidos da América. No Brasil, a experimentação se consolidou a partir de uma abordagem utilitarista na qual o conhecimento teórico é associado com as práticas, como, por exemplo: processos de extração e transformação de minérios em metais.

A experimentação no Ensino de Ciência está vinculada ao conhecimento científico, o qual se define por um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratórios. Diante disso, deve-se discutir qual é a função da experimentação no ensino. Quando os alunos participam de uma atividade experimental, a tendência é que perguntas comecem a aparecer, e a partir dessas perguntas, é que a relação teoria-experimento começa a surgir. É preciso frisar que o uso da teoria diante de um fenômeno não testa a veracidade desta, e sim, sua capacidade de generalização.

Desde os primórdios, os homens da caverna buscavam entender o mundo concreto por meio de imagens desenhadas nas paredes. Isso foi o primeiro exemplo de atividade experimental aplicada que tinha o objetivo de explicar o mundo concreto. A partir das imagens, a escrita foi criada, sendo essas ferramentas que o ser humano inventou para descrever o que está em volta de si. É a partir daí que a função/papel da experimentação aparece, sendo ela a tentativa de explicar o mundo concreto através de conceitos científicos.

Professores, alunos e pesquisadores que se envolvem com a ciência, buscam explicações dentro daquilo que conhecem sobre fenômenos observáveis. Ressalta-se que as explicações científicas são verdades transitórias. Essa transitoriedade é evidenciada quando uma teoria não consegue mais explicar novos fenômenos observados. A criação de novos instrumentos também evidencia a transitoriedade das teorias, pois com a utilização destes, novas observações diante dos fenômenos são questionadas, e posteriormente, conceituadas.

Vários problemas surgem quando se trata da implementação das atividades experimentais em sala de aula. Os problemas mais frequentes são: inadequação dos espaços disponibilizados, a falta de laboratórios nas escolas, a grade curricular de ciências que conta com o tempo escasso, o despreparo do próprio professor, o grande número de alunos em sala de aula etc.

Deve-se ressaltar que ainda existem crenças de que somente a aplicação de atividades experimentais permite uma melhor aprendizagem do aluno. Essas crenças estão associadas às características relacionadas às atividades experimentais, a saber: serem bastante motivadoras, envolver de fenômenos impactantes, utilizarem laboratórios etc.

Para que as práticas experimentais permitam uma melhor relação teoria-experimento, estas devem ser realizadas a partir de um bom planejamento e com uma boa condução. Isso requer muito do professor, para que os problemas de inserção das atividades experimentais se rompam. É de suma importância para o professor a clareza sobre a função da experimentação no Ensino de Ciências. E para superar os obstáculos, é necessário que busquem novas tendências e novas abordagens.

As atividades demonstrativo-investigativas são exemplos de novas tendências sugeridas ao Ensino de Ciência. Estas se consistem em que o professor apresenta simulações de fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que tenham relações com que foi observado. As atividades demonstrativo-investigativas possibilitam vários aspectos importantes, dentre eles, destacam: maior participação e interação dos alunos entre si e com os professores, melhor compreensão por parte dos alunos da relação teoria-experimento, importância de um método por investigação e desenvolvimento de habilidades cognitivas. Vale lembrar que essas atividades não devem ser realizadas com o objetivo de comprovar na prática como a teoria realmente funciona.

Antes de programar e realizar atividades desse tipo é recomendável buscar opções por experimentos que não gerem resíduos, se por ventura, estes resíduos forem formados, que possam ser reaproveitados ou destinados ao lixo comum conforme as leis.

A formulação de uma pergunta que acenda a curiosidade e o interesse dos alunos deve ser formulada. Essa é uma das características importantes quando se trata de uma atividade demonstrativa-investigativa.

A outra etapa envolve a distinção, pelo professor, dos três níveis de conhecimento químico. Esses níveis são: observação macroscópica, interpretação submicroscópica e expressão representacional. A descrição daquilo que se observa, enquadra-se no nível de observação macroscópica. Já a interpretação submicroscópica está relacionada às teorias científicas que explicam o(s) fenômeno(s) analisado(s). Por último, a expressão representacional é destinada à linguagem química, física ou matemática.

As concepções prévias dos estudantes podem ser observadas quando o professor oferece a oportunidade dos alunos formularem as possíveis explicações sobre o fenômeno analisado. Neste momento, o professor deve ficar atento às explicações que mais se distanciam do conhecimento científico, e trabalhar em cima destas, de uma maneira dialógica.

A penúltima etapa envolve um retorno à pergunta inicial explicitando em que medida ela e foi respondida pela realização e discussão do experimento.

Finalmente, cabe ao professor abordar a interface CTS – Ciência Tecnologia Sociedade, na qual devem ser discutidos aspectos importantes para a formação cidadã dos alunos (aspectos sociais, econômicos, ambientais). Nesta parte devem ser incluídas providências para o descarte ou armazenamento dos materiais/reagentes utilizados.

As atividades experimentais também podem conter simulações em computadores, vídeos, filmes etc, desde que tudo seja bem planejado.

## CAPÍTULO 6

Neste capítulo serão apresentadas propostas de atividades que visam superar as dificuldades dos alunos na compreensão dos conteúdos relacionados ao tema atmosfera, mais especificamente ao estudo do ar.

Segundo Vidal (1986), a palavra ar surgiu entre os gregos na antiguidade, a saber: Tales de Mileto, Anaxímenes, Empédocles e Aristóteles. Todos esses filósofos gregos propuseram que as coisas do mundo material eram feitas a partir dos elementos: água, ar, fogo e terra. Tales de Mileto (século VII a.C.) propusera que o elemento água seria o elemento primordial para a formação de todas as coisas do mundo material. Anaxímenes (~540 a.C.) propusera que o ar seria o princípio formador de tudo. Para Heráclito de Éfeso (nascido ~540 a.C.), o fogo seria o elemento primordial. Já Empédocles (~485-425 a.C.) admitiu a pluralidade de princípios formadores das coisas: o fogo, a água, o ar e a terra. Aristóteles (~384-322 a.C.) manteve a ideia dos 4 princípios e acrescentou 4 qualidades aos princípios: frio, quente, seco úmido. O ar é quente e úmido; o fogo é quente e seco; a terra é frio e seco; a água é frio e úmido.

Depois das contribuições dos filósofos gregos, nota-se a importância de Antoine Lavoisier (1743-1794 d.C.). Lavoisier demonstrou que o ar não é mais um princípio formador de tudo, pois ele é uma mistura de gases (oxigênio e nitrogênio). E por meio da publicação do livro “ Tratado Elementar de Química” (1789), é marcado o início da Química como ciência.

As atividades experimentais que deverão ser realizadas estão explicadas por meio de fichas experimentais. Essas fichas experimentais contêm a pergunta inicial, os equipamentos/reagentes, procedimento experimental, observação macroscópica, interpretação sub-microscópica, expressões representacionais, resposta à pergunta inicial e interface CTS.



## Experimento 1

Título: O que é o ar?

Equipamentos/Reagentes:

- Cubo representando o volume de  $1\text{m}^3$ .
- Modelos representando diferentes volumes de alguns gases atmosféricos.
- Modelos moleculares das moléculas dos gases nitrogênio, oxigênio, gás carbônico, hidrogênio e água.

Procedimentos:

Relacionar com o auxílio do cubo o volume ocupado pelo gás nitrogênio. Relacionar com o auxílio do cubo o volume ocupado pelo oxigênio e pelos gases argônio, gás carbônico, neônio, hélio, metano e hidrogênio. Essas relações devem ser feitas utilizando os modelos mostrar os volumes relativos dos demais gases.

Observação macroscópica:

Os modelos macroscópicos permitem visualizar os volumes relativos que cada gás ocupa em  $1\text{m}^3$ , ou seja, no total de 1000L.

Interpretação submicroscópica:

Entende-se por atmosfera terrestre a camada gasosa que envolve nosso planeta. Conforme a altitude, a atmosfera apresenta alterações em sua composição. Nosso estudo será limitado à troposfera, região mais próxima da superfície do planeta onde se encontra o ar, ou seja, de menor altitude. A troposfera é responsável por uma grande quantidade de fenômenos de interesse.

Expressão representacional:

<b>Composição média do ar limpo e seco.</b>	
<b>Componente</b>	<b>Teor (por metro cúbico)</b>
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780,8 litros (L)
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209,5 litros (L)
Argônio (Ar)	9,3 litros (L)
Gás carbônico (CO <sub>2</sub> )	≅ 375 mililitros (mL)
Neônio (Ne)	18 mililitros (mL)
Hélio (He)	5,2 mililitros (mL)
Metano (CH <sub>4</sub> )	1,8 mililitros (mL)
Criptônio (Kr)	1,1 mililitros (mL)
Hidrôgenio (H <sub>2</sub> )	0,53 mililitros (mL)
Xenônio (Xe)	0,086 mililitros (mL)

**Tabela 1.** Composição média do ar limpo e seco

Conforme vimos na tabela 1, o ar é um material formado por uma mistura de gases.

Interface CTS:

**Importância e papel fundamental da atmosfera**

O ar atmosférico é um dos principais reservatórios de substâncias essenciais para os seres vivos. Por exemplo, o carbono, que está presente na atmosfera sob a forma de gás carbônico, é incorporado aos seres vivos e à cadeia alimentar por meio do processo de fotossíntese. O oxigênio também é outra substância essencial e que está presente na atmosfera. O oxigênio é responsável pela respiração animal e vegetal. O hidrogênio é reciclado sob forma de água ou vapor d'água através da atmosfera terrestre. A atmosfera tem, de maneira geral, suas funções relacionadas aos processos biológicos, e até por ser um reservatório de elementos essenciais.

Outra função que a atmosfera exerce é a de manto térmico e protetor. A ocorrência de reações físico-químicas essenciais deve-se ao fato de que a atmosfera é suficientemente transparente. Por essa transparência, a atmosfera permite a passagem de grande parte da radiação solar que banha a superfície terrestre, ocasionando iluminação e reações físico-químicas na mesma.

O ar atmosférico sempre esteve em total serviço ao homem. A atmosfera, que tem um comportamento como fluido, apresenta propriedades inerentes a essa forma

de apresentação da matéria. Essas propriedades estão relacionadas à compressibilidade e à resistência ao avanço de corpos que nela se deslocam. Com essas propriedades, ocorrem a geração e propagação do som e o surgimento de forças que viabilizam o voo. As sensações sonoras que sentimos são provenientes de ondas resultantes de vibrações.

Os gases da atmosfera têm um papel importante como matéria prima para indústrias químicas e também para outras finalidades.

Quanto ao descarte/armazenamento dos materiais/reagentes, este experimento não gera resíduos.

## Experimento 2

Título: Quem tem mais peso: Um tubo de cola ou uma folha de jornal?

Equipamentos/Reagentes:

- 1 régua de 40 ou 50cm
- 1 folha de jornal.

Procedimentos:

Solicite a um aluno que compare os pesos de um tubo de cola cheio e uma folha de jornal. Coloque a régua sobre a mesa deixando um terço dela para fora da borda. Deixe o tubo de cola cair, de uma altura de cerca de 20 cm acima da régua, sobre a parte da régua que está fora da mesa. Observe o que acontece com a régua.

Coloque novamente a régua sobre a mesa colocando a folha de jornal sobre a parte da régua que está sobre a mesa. Deixe o tubo de cola cair novamente sobre a parte da régua que está fora da mesa. Observe o que acontece com a régua.

Observação macroscópica:

Inicialmente, ao deixar o tubo de cola cair sobre a régua, ela se movimenta e cai no chão. Quando o jornal é colocado sobre a parte da régua que está sobre a

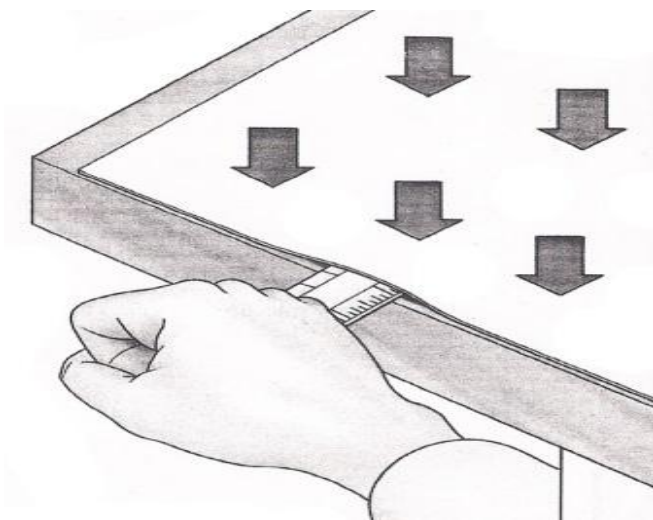
mesa régua e ao deixar o tubo de cola cair sobre a parte da régua que está fora da mesa, observa-se que a régua e o jornal não se deslocam.

Interpretação submicroscópica:

A área da régua sobre a mesa e que suporta a pressão atmosférica é pequena, logo a força exercida pela queda do tubo de cola é suficiente para superar a força exercida pela atmosfera sobre a régua.

A folha de jornal tem uma área muito extensa. Assim, a força exercida pela atmosfera sobre o jornal é maior que a força exercida pelo tubo de cola em queda e suficiente para impedir que a régua e o jornal se movam sob a ação da força exercida pelo tubo de cola em cada.

Expressão representacional:



O tubo de cola tem um peso ( $P=m.g$ ) maior do que a folha de jornal.

Interface CTS:

Por que o nosso corpo não se deforma sob a ação da pressão atmosférica? Ou porque não morremos esmagados?

Os organismos resistem porque os líquidos e os gases dentro deles exercem uma pressão contrária à da atmosfera. A pressão atmosférica também é responsável pela entrada de ar nos nossos pulmões. Observe que na inspiração o tórax se expande, isto é, aumenta de volume. Quando o tórax se expande, os pulmões também aumentam de volume, e o ar entra. Isto porque na expansão do tórax, a pressão do ar nos pulmões diminui, ficando menor que a pressão atmosférica. É

essa diferença entre a pressão atmosférica e a pressão de dentro dos pulmões que impulsiona o ar para dentro do nosso corpo.

Quanto ao descarte/armazenamento dos materiais/reagentes, este experimento não gera resíduos.

### Experimento 3

Título: Por que a água do garrafão (bebedouro) não derrama?

Equipamento/ Reagentes:

- Frasco de plástico transparente (ou béquer grande)
- Garrafa plástica transparente (2L)

Procedimento do Experimento:

Encher o frasco plástico com água (80% do volume). Depois encher a garrafa plástica com água (80% do volume total). Emborcar a garrafa no frasco e observar.

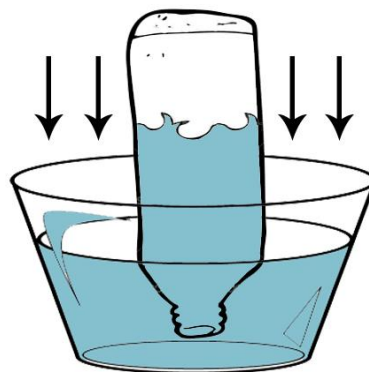
Observação Macroscópica:

A água contida na garrafa não derrama, ou seja, não escoa.

Interpretação Submicroscópica:

A pressão atmosférica sobre a superfície da água no frasco plástico impede que a água escoe da garrafa.

Expressão representacional:



A água não derrama do bebedouro porque é exercida uma pressão atmosférica na água do bebedouro.

## Interface CTS

Os bebedouros de água para passarinhos que ficam pendurados nas varandas das casas são cheios com água. Os bebedouros ficam cheios de água por vários dias sem derramar. Esses bebedouros de água também são colocados em galinheiros e têm seu funcionamento explicado com base na pressão atmosférica.

Quanto ao descarte/armazenamento dos materiais/reagentes, este experimento não gera resíduos.

### **Experimento 4**

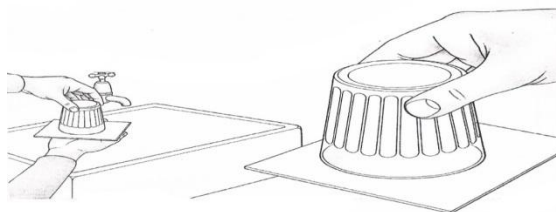
Título: Será possível carregar um copo de cabeça pra baixo sem que a água derrame?

#### Equipamentos/ Reagentes:

- Copo de vidro transparente;
- Pedaco de plástico rígido (de radiografias-raios x); pedacos de plástico rígido (de radiografias-raios x) com vários furos.

#### Procedimento Experimental:

Encher totalmente o copo com água. Colocar o plástico sobre a boca do copo e segurar no lugar com firmeza. Virar o copo de ponta-cabeça. Retire a mão que segura o plástico. Faça este procedimento sobre uma bacia ou bandeja de plástico, pois caso a água derrame, não caia sobre a mesa ou o chão. Observe. Repita o procedimento usando o plástico com furos.



#### Observação Macroscópica:

Em ambos os casos a água não escorre do copo.

#### Interpretação Submicroscópica:

A pressão atmosférica sobre a superfície do plástico (de baixo para cima) impede que o plástico caia e deixe a água vaziar. Adicionalmente, a tensão superficial da água (força de atração entre as moléculas de água) impede que ela escoe pelo espaço entre a borda do copo e a superfície do plástico.

No caso do plástico com furos a pressão atmosférica sobre o plástico impede que ele caia. A tensão superficial da água impede que ela escoe pelos furos.

### Interface CTS

A atmosfera exerce pressão em todas as direções (de cima para baixo, de baixo para cima, lateralmente etc). Isto impede, por exemplo, que sejamos esmagados pela pressão atmosférica.

Quanto ao descarte/armazenamento dos materiais/reagentes, este experimento não gera resíduos.

## **Experimento 5**

Título: O que ocorre com a água em um uma seringa que contém um pedaço de palha de aço?

### Equipamentos/ Reagentes:

- Seringa
- Copo com água
- Palha de aço
- Pinça de madeira ou pregador

### Procedimento Experimental:

Encher o copo com água (cerca de 80 % do volume total). Colocar um pequeno pedaço da palha de aço dentro da seringa em contato com a borracha do êmbolo. O êmbolo não deverá ficar impulsionado. Deixar uma parte da seringa ( a que contém o pequeno canal de escape) mergulhada no copo com água. Esperar por até um dia e observar.

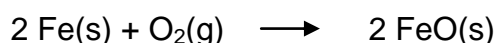
### Observação Macroscópica:

A água sobe na seringa até cerca de 20% do volume total da seringa.

### Interpretação Submicroscópica:

. Todo o oxigênio contido na proveta é consumido na oxidação da palha de aço. A palha de aço contém a substância ferro, e a presença de oxigênio leva à oxidação do ferro gerando óxidos de ferro. A água sobe para dentro da seringa até um nível correspondente ao volume de oxigênio removido. O teor de oxigênio é então calculado, comparando-se o volume ocupado pela água dentro da seringa com o volume total da mesma.

### Expressão Representacional:



A água sobe para dentro da seringa a partir da oxidação da palha de aço.

### Interface CTS

A presença de vários gases no ar atmosférico gera inúmeras utilidades e cada gás tem sua contribuição. No caso do oxigênio, esse gás é muito importante no processo de respiração. Na verdade, inspiramos o ar (composição média da atmosfera), e como o gás oxigênio (O<sub>2</sub>) é um componente do ar, ele também é inspirado. Expiramos o ar também, só que com uma taxa mais elevada de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

O gás oxigênio também está envolvido num processo muito importante, que é o da fotossíntese. Na fotossíntese, o gás oxigênio é gerado a partir da reação entre gás carbônico e água. Vale lembrar que a energia solar é essencial para esse processo, e que a partir dele, os vegetais produzem seu próprio alimento.

Quanto ao descarte/armazenamento dos materiais/reagentes, este experimento não gera resíduos, pois o óxido de ferro não é tóxico.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos vários tipos de concepções prévias sobre o conceito de ar apresentados, é necessária a superação dos problemas em que eles estão associados.

As abordagens sobre as contribuições dos gregos sobre o conceito de ar na antiguidade auxiliam na superação de concepções aristotélicas sobre o conceito de ar. Dessa forma, nos casos em que os alunos afirmarem que o ar é um dos elementos da natureza, conforme proposto pelos filósofos gregos na antiguidade, o aluno perceberá que esse conceito sobre o ar foi modificado. Portanto, essa é uma das formas de superar esse tipo de concepção alternativa.

A execução do experimento 1 auxilia a compreensão dos alunos que o ar é um material: porção da matéria com duas ou mais substâncias. Isso rompe com as concepções prévias de que o ar seria uma substância.

Pelas aplicações dos experimentos 2 e 3, cria-se uma relação com a teoria de que o ar é matéria, ou seja, tem massa e ocupa volume no espaço. Com essa relação experimento-teoria, é possível superar o aparecimento dos tipos de concepções prévias que trazem a ausência de matéria como característica do ar. Portanto, esse experimento auxilia na compreensão de que o ar exerce peso, ou seja, exerce pressão.

A utilização do experimento 4 facilita ao aluno o entendimento de que a atmosfera não somente exerce pressão de cima para baixo. A partir desse experimento, percebe-se que o ar exerce pressão em todas as direções. Esse experimento permite superar as concepções prévias que afirmam que ar não seria matéria.

A aplicação do experimento 5 supera os problemas relacionados às concepções que caracterizam o ar como uma substância, na maioria das vezes, como oxigênio. Como parte do ar reage com o ferro presente na palha de aço, sendo essa parte o gás oxigênio, percebe-se que o ar é uma mistura de gases e não uma substância. Esse experimento tem contribuição similar à do experimento 1.

## REFERÊNCIAS

BRAATHEN, Per C. **Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio no ar.** Química Nova na Escola, v. 12, p. 43-45, 2000.

BUARQUE, Francisco; AMBROSIA, Maria. **Ciências e cotidiano.** Recife: Editora Construir, p. 210-214, 2013.

CAROBIN, Claudia; SERRANO, Agostinho. **Uma revisão das concepções prévias em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação/A revision of the alternative conceptions in Chemical Equilibrium within the different level of representation of a chemical phenomena.** Acta Scientiae, v. 9, n. 2, p. 131-143, 2012.

CASTRO, Pablo Micael Araújo; de Abreu FERREIRA, Luciana Nobre. **Representações Sociais de Calor por Estudantes de Graduação em Química.** Química Nova na Escola, v. 37, p. 26-34, 2015.

ECHEVERRÍA, Augustina Rosa. **Como os estudantes concebem a formação de soluções.** Química Nova na Escola, v. 3, p. 15-18, 1996.

FERNANDEZ, Carmen; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **Concepções dos estudantes sobre ligação química.** Química Nova na Escola, v. 24, n. 2, p. 20-24, 2006.

GEWANDSZNAIJDER, Fernando. **Ciências: Nosso corpo.** São Paulo: Editora Ática, 2013, p. 82-83.

MACHADO, Andréa Horta; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de. **Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico.** Química Nova na Escola, v. 4, p. 18-20, 1996.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. **Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica.** Química Nova na Escola, v. 7, p. 30-34, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Concepções atomistas dos estudantes.** Química Nova na Escola, v. 1, n. 1, p.23-26, 1995.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MIRANDA, Luciana Campos. **Transformações: Concepções de estudantes sobre reações químicas.** Química Nova na Escola, n. 02, p.22-25, 1995.

NARDI, Roberto; GATTI, Sandra Regina Teodoro. **Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 6, n. 2, p. 129-150, 2008.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MALDANER, Otávio Aloísio. **Ensino de química em foco.** Ijuí, RS: Unijuí, 2010.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2016

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, E . **Experimentar sem medo de errar.** In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MALDANER, Otávio Aluísio. Ensino de química em foco. Ijuí, RS: Unijuí, 2010.

TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu C.; SILVA, Roberto Ribeiro da. **A atmosfera terrestre.** São Paulo: Moderna, 2004.

VIDAL, Bernard. **História da Química.** Lisboa: Edições 70, 1986.