



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
*PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E*  
*MATEMÁTICA – MESTRADO PROFISSIONAL*



CINARA APARECIDA DE MORAES

**PRODUTO EDUCACIONAL: O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS: DO MACRO  
AO MICRO**

Ituiutaba – MG

2018

CINARA APARECIDA DE MORAES

“O DOCE É DOCE POR CONVENÇÃO E O AMARGO É AMARGO POR CONVENÇÃO, O QUENTE É POR CONVENÇÃO, O FRIO POR CONVENÇÃO, A COR POR CONVENÇÃO; NA VERDADE NÃO EXISTE NADA ALÉM DOS ÁTOMOS E DO VAZIO.”

**DEMÓCRITO**

**PRODUTO EDUCACIONAL: O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS: DO MACRO AO MICRO**

Produto educacional apresentado à banca examinadora para a obtenção do título do Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

Título da dissertação: DA FORMAÇÃO À ATUAÇÃO: UM OLHAR SOBRE OS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E O ENSINO DA QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Linha de Pesquisa: Formação de Professores em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Alexandra Epoglou.

Ituiutaba – MG

2018

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Objetivos.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Objetivo Geral.....</i>	5
2.2 <i>Objetivos Específicos.....</i>	5
2.3 <i>Justificativa.....</i>	5
<b>3 Referencial Teórico.....</b>	<b>7</b>
3.1 <i>Modelos Atômicos: Uma Proposta de um Novo Modelo Didático para o Ensino.....</i>	7
<b>4 Organização da Proposta Didática.....</b>	<b>9</b>
<b>5 Desenvolvimento da Proposta Didática.....</b>	<b>10</b>
5.1 – <i>Aula 1: Levantamento das Concepções Prévias dos Alunos.....</i>	10
5.2 – <i>Aula 2: Conceitos históricos – As primeiras ideias atômicas e a teoria dos quatro elementos.....</i>	12
5.3 – <i>Aulas 3 e 4: Leis ponderais.....</i>	14
5.4 – <i>Aula 5: Buscando explicações – Teoria do Flogístico.....</i>	16
5.5 – <i>Aulas 6 e 7: Identificando algumas propriedades dos materiais I.....</i>	19
5.6 – <i>Aula 8: Identificando algumas propriedades dos materiais II.....</i>	20
5.7 – <i>Aula 9: O modelo do átomo proposto por John Dalton.....</i>	22
<b>6 Considerações Finais.....</b>	<b>25</b>
<b>7 Referências Bibliográficas.....</b>	<b>26</b>
<i>Apêndice A – Atividade - aula 2.....</i>	27
<i>Anexo 1 – Experimento 1 - aula 3.....</i>	28
<i>Anexo 2 – Experimento 2 - aula 4.....</i>	29
<i>Anexo 3 – Experimento 3 - aula 5.....</i>	30
<i>Anexo 4 – Atividades – aula 5.....</i>	32
<i>Anexo 5 – Experimento 4 - aulas 6 e 7.....</i>	33
<i>Anexo 6 – Experimento 5 - aulas 6 e 7.....</i>	35
<i>Anexo 7 – Atividades - aula 8.....</i>	37
<i>Anexo 8 – Atividades – aula 9.....</i>	39

## 1 INTRODUÇÃO

A presente proposta didática é apresentada como produto educacional no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), mestrado profissional da Universidade Federal de Uberlândia.

A ideia foi abordar “Modelos Atômicos” como tema central. Esse conceito foi escolhido porque acredita-se que “envolve a capacidade de ampliar nossa visão, a princípio restrita a um mundo percebido, em direção a um mundo concebido e construído” (MINAS GERAIS, 2007 p. 14).

Este material é destinado ao(a) professor(a) da Educação Básica para as aulas de Ciências da Natureza.

Assim, elaborou-se uma sequência composta por nove aulas. Com a escolha do tema, pretende-se possibilitar o envolvimento do aluno na sua realidade, com situações reais da sua vivência, o que contribui para um processo de ensino e aprendizagem mais desafiador. Onde, a partir do conhecimento do aluno, o professor começa a trazer outros significados, introduzindo conceitos científicos, aliados aos conhecimentos prévios. E para finalizar, o(a) professor(a) pode propor outras situações em que se aplicam os conhecimentos adquiridos. Caso o aluno consiga aplicar os conhecimentos em outras situações, pode-se inferir que houve aprendizagem significativa.

## **2 OBJETIVOS**

### ***2.1 OBJETIVO GERAL***

O objetivo deste material é promover o ensino de ciências da natureza, usando o tema *Modelos Atômicos*, considerado por muitos professores como de difícil ensino e aprendizagem, por ser bastante abstrato.

### ***2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

- Reconhecer a importância do conhecimento prévio dos estudantes como elemento fundamental a ser considerado no processo de ensino e aprendizagem;
- Entender o mundo macroscópico e as transformações que nele ocorrem;
- Compreender os modelos teóricos que explicam os fenômenos que nos rodeiam;
- Analisar e compreender que é possível explicar as transformações químicas, utilizando a ideia de que todas as interações ocorrem no nível das partículas fundamentais, e que, de acordo com essa teoria, toda a matéria é constituída por essas minúsculas partículas.

### ***2.3 JUSTIFICATIVA***

A escolha do tema foi feita observando-se que o processo de ensino-aprendizagem sobre “modelos atômicos” é uma questão bastante problemática, por exigir do aluno um maior grau de abstração, já que contempla explicações no nível submicroscópico. Ao mesmo tempo, o ensino das Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, vem sendo alvo de estudos por muitos pesquisadores, pois mesmo tendo passado por diversas modificações ao longo dos anos, os cursos de formação de professores, especificamente em Ciências Biológicas, merecem ser repensados a fim de se chegar a um consenso, onde os processos de ensino aprendizagem prevaleçam como prioridade.

Tal argumento se sustenta, em parte, porque o ensino de Química, no Ensino Fundamental, tem se mostrado ineficiente para o estudante, pois na maioria dos casos, os conteúdos são estudados de forma isolada. Além disso, muitos professores não têm o devido conhecimento sobre conceitos básicos dessa ciência, o que dificulta o estabelecimento de relações entre diferentes conteúdos e a elaboração de atividades mais significativas.

Assim sendo, essa proposta didática tem o intuito de disponibilizar um material de apoio didático para o professor de ciências, de modo que o auxilie no desenvolvimento do tema em questão. Como as ideias acerca da constituição da matéria envolvem a dificuldade de percepção do mundo observável (fenômenos) a partir dos modelos explicativos no nível das partículas, buscou-se apresentar o modelo atômico de Dalton, utilizando fatos e objetos palpáveis do mundo real para, posteriormente, ser possível realizar a transferência para a escala submicro, não observável.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### ***3.1 MODELOS ATÔMICOS: PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO***

Talvez um dos temas mais complexos de se ensinar dentro da Ciência Química sejam os modelos atômicos. Dificuldades apresentadas, principalmente, por se tratar de algo não palpável, ou seja, explicações do mundo submicroscópico, elaboradas a partir de deduções e teorias que melhor se aplicam ao contexto histórico, na tentativa de entender melhor os fenômenos observados.

Aprender e ensinar modelos atômicos, além de ser difícil, pela impossibilidade da demonstração do mundo submicroscópico, exige do aluno uma maior capacidade de abstração. Somado a isso, existe a dificuldade de utilização de metodologias alternativas que possam despertar e aguçar o interesse dos alunos, deixando, portanto, as aulas com objetivos de reproduzir definições e, em muitos casos sem aplicação na vida do aluno. De acordo com essa prática, Silva, Machado e Silveira (2015) afirmam que:

[...] além de ser um tema de difícil contextualização e poucas possibilidades de realização de experimentos. Assim, torna-se um assunto que muitos estudantes não compreendem bem, não gostam e acabam por memorizar, porque muitas vezes não conseguem estabelecer relações com os outros tópicos da Química e outros contextos. (SILVA; MACHADO; SILVEIRA, 2015, p.107).

Nesse mesmo sentido, França, Marcondes e Carmo (2009), também apontam a abstração como uma dificuldade no ensino e na aprendizagem do assunto.

A estrutura do átomo é um tema que os alunos apresentam dificuldade de compreensão, dado que o nível de exigência para sua aprendizagem requer elevada capacidade de abstração, o que não é de se estranhar, uma vez que as ideias básicas sobre a teoria atômica, que surgiram em 1808 e 1810 com John Dalton, já descreviam a matéria composta por partículas muito pequenas para serem vistas, chamadas de átomos. (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009, p.275).

Para Campos e Silva (2004), especificamente sobre o modelo atômico de Dalton, que será abordado neste trabalho,

Na maior parte dos livros didáticos de Ensino Médio, o modelo atômico de Dalton é apresentado apenas através dos seus postulados, e pouca ou nenhuma relação é feita com as leis ponderais das reações químicas. Importantes correlações entre o universo macroscópico e o universo atômico, tais como a indestrutibilidade dos átomos ao longo de uma reação Química, de um lado, e a lei da conservação da matéria de Lavoisier, de outro, não são trazidas à tona. Perde-se, assim, uma

excelente oportunidade de discutir a própria estrutura metodológica da Química, transitando entre modelos, fatos e sua descrição. (CAMPOS; SILVA, 2004, p. 08).

A busca e a preocupação pelo uso de novas estratégias e metodologias para o ensino de conceitos químicos, que ajudem no aprendizado e despertem o interesse dos alunos, tem crescido nos últimos anos, e a tecnologia, sem dúvida, é um dos recursos mais utilizados, por ser muito comum na vida dos alunos como um todo. Assim, para Silva, Machado e Silveira (2015), uma dificuldade é garantir o interesse ativo dos alunos:

Quando nos propusemos a desenvolver atividades que incluíssem recursos multimídia, deparamo-nos com o desafio de fazê-lo de maneira a garantir a participação dos alunos de forma ativa, principalmente elaborando hipóteses e respondendo a questões. (SILVA; MACHADO; SILVEIRA, 2015, p.107).

Por outro lado, para França, Marcondes e Carmo (2009), a história da evolução dos modelos é algo importante que, na maioria dos casos, acaba sendo deixada de lado, buscando apenas definições

[...] os professores se esquecem que a superação das dificuldades na construção do conhecimento científico tem evolução histórica e apresentam aos alunos conceitos e modelos de forma pronta e acabada, como verdades incontestáveis”. (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009, p.275).

Outra importante estratégia seria a utilização de experimentos, como descrito por Campos e Silva (2004, p.08): “experimentos laboratoriais poderiam ajudar; porém, é preciso que conjuguem simplicidade e resultados de precisão satisfatória, de modo a serem executados facilmente por alunos do Ensino Médio”.

Nesse sentido, e visando a importância da utilização de diferentes estratégias metodológicas para o ensino, a presente proposta busca oferecer ao(à) professor(a) um material de apoio para o ensino de modelos atômicos, especificamente a parte introdutória do conteúdo, desde os primeiros filósofos e a teoria dos quatro elementos até a criação e proposição do modelo conhecido por Modelo Atômico de Dalton.

A proposta é uma sequência didática que se utiliza de diversos recursos metodológicos, com a finalidade de, partindo de conhecimentos que o próprio aluno já disponha, apresentar algo mais palpável, que possa deixar mais compreensível o assunto novo a ser introduzido. Ou seja, partindo do mundo macroscópico, buscar o entendimento do universo atômico.



#### **4 ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA**

Para melhor organização sobre a proposta didática, os conceitos serão abordados em 9 aulas. Cada aula terá o enfoque em um conceito ou atividade específico. Assim, a ideia é que o professor utilize a sequência de atividades e as discussões, na ordem em que são trazidas no documento. Todavia, essa organização não impede de haver adaptações de acordo com suas concepções ou necessidades particulares.

Em cada uma das aulas aqui apresentadas serão trabalhados textos criados e adaptados/extraídos de outras fontes (normalmente livros didáticos e artigos científicos), bem como metodologias diversas para melhor compreensão e aprendizado sobre o tema. Além disso, a ideia é dialogar com os(as) docentes através de sugestões de abordagens, materiais didáticos e atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula e que contextualizam o entendimento dos conceitos trazidos ao longo da proposta, proporcionando subsídios para o professor preparar suas aulas e retomar/aprofundar alguns conceitos.

A elaboração desta proposta foi movida pelo desejo de que seu desenvolvimento nas salas de aula possa contribuir para que o conteúdo de modelo atômico seja mais significativo para os estudantes e, conseqüentemente, o processo de ensino-aprendizagem de Química alcance melhores resultados.

## 5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DIDÁTICA

### 5.1 – Aula 1: Levantamento das concepções prévias dos alunos

Com esta aula, pretende-se instigar os alunos a pensarem na temática central da aula, a partir de uma pergunta inicial “*Do que as coisas são feitas?*”, com essa pergunta pretende-se que os alunos queiram entender o mundo submicroscópico e as inúmeras possibilidades da formação de objetos a nossa volta. (MINAS GERAIS, 2007, p. 13).

Deixamos de lado as limitações de nossa percepção espacial e temporal para nos aventurarmos no mundo imaginado sobre o qual elaboramos hipóteses e conjecturas. A Ciência expande o que concebemos como sendo real e povoa nosso mundo com novas entidades, tais como: vírus, células, átomos, elétrons etc. A idéia central é a de que não podemos tocar nem ver tudo o que é real e que as coisas não são sempre o que aparentam ser. Os modelos científicos nos permitem deduzir conseqüências e fazer previsões acerca de um determinado fenômeno ou processo. Confrontando as previsões e os resultados de experimentos ou observações, os modelos científicos vão se tornando mais sofisticados e robustos, capazes de mediar nossa ação sobre parcelas cada vez maiores de fenômenos do mundo real. Muitas possibilidades de diálogo em sala de aula se abrem quando passamos a tratar os conteúdos das ciências como modelos e não como verdades prontas a serem repetidas. (MINAS GERAIS, 2007, p. 04).

Nessa perspectiva, foram pensadas questões iniciais para que os estudantes possam formular algumas hipóteses:

- 1) *Do que a matéria é feita?*
- 2) *Como você imagina a estrutura dos materiais?*
- 3) *Só porque não enxergamos partículas muito pequenas de um determinado material, significa que ele não existe? Como poderíamos ter mais informações sobre sua existência?*
- 4) *Como você faria para representar algo que você não sente por meio dos cinco sentidos?*

Reservar um momento para que os alunos elaborem suas próprias ideias é importante para que os conceitos ensinados possam encontrar pontos de apoio onde, de um lado haja conflito, e de outro, concordâncias. Nesse movimento dialético, se torna viável a construção de novos conhecimentos.

O professor poderá fazer uso da história para mostrar fatos do passado relacionados com o interesse do ser humano, desde a antiguidade, em encontrar respostas para a constituição e a natureza das coisas que nos cercam. Para isso, poderá fazer uso de uma linha

do tempo, na qual poderá argumentar que desde os primórdios da humanidade há uma busca para se entender o universo, a sua constituição e sua relação com a essência humana.

Assim, as ideias acerca da existência de átomos remontam desde a Grécia antiga, onde sugeriram muitas propostas por filósofos, que elaboravam suas conjecturas de forma solitária ou em conjunto. Tais construções intelectuais eram representativas de um momento histórico em que o mundo ia sendo construído por meio de silogismos. Muitas dessas ideias foram fundamentais para o estabelecimento do estudo da matéria que hoje conhecemos:

- Leucipo (480-430 a.C.), Demócrito (460-370 a.C.) e Epicuro (341-270 a.C.) argumentavam que a matéria seria descontínua e constituída por átomos (do grego indivisível) e espaços vazios, propondo assim a chamada Teoria Atomista. No entanto, essa ideia não foi bem aceita pela sociedade da época, visto que muitos dos argumentos utilizados para estruturar esse raciocínio não tinham correspondentes no mundo macroscópico, como é o caso da descontinuidade da matéria, ou seja, a existência dos espaços vazios<sup>1</sup>.

- Empédocles, por volta do século V a.C. argumentava que tudo que existia no universo seria composto por quatro elementos principais: terra, fogo, ar e água. Surgia aí a teoria dos quatro elementos:

A Teoria dos “elementos-princípios” de Empédocles foi adotada por Aristóteles (384-322 a.C.), o qual acrescentou também um quinto elemento: o éter, que estaria presente no mundo supralunar e não se confundia com o ar. Além disso, Aristóteles atribuiu propriedades aos quatro elementos: quente e frio, seco e úmido. Assim, a terra seria seco e frio; o fogo, quente e seco; o ar, úmido e quente e a água, frio e úmido<sup>2</sup>.

Aristóteles argumentava que cada elemento poderia se transformar em outro pela adição ou remoção das características que tinha em comum e propunha que a matéria seria contínua. Esses dois argumentos tinham plena correspondência com os fenômenos observáveis, facilitando a aceitação dessa teoria, que inclusive permaneceu como modelo explicativo sobre a constituição da matéria por muitos séculos. Entretanto, com o advento de novas formas de interação com o mundo físico, como a valorização da experimentação, a ideia da matéria constituída por elementos e princípios passou a ser questionada. Deste modo,

---

<sup>1</sup> MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: Ensino Médio. 2ª ed., São Paulo, Scipione, p. 152, 2013.

<sup>2</sup> BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1, Curitiba: Positivo, p. 34, 2015.

A partir do Renascimento, no século XVI, o atomismo foi retomado por uma corrente de pensamento que teria grande sucesso na Física: o mecanicismo, segundo o qual o mundo funcionava como uma grande máquina, precisa e exata. Gassendi (1592-1655) e Mersenne (1588-1648), filósofos que influenciaram Galileu, foram os primeiros a retomar a hipótese de que a matéria seria constituída por partículas (os átomos). Gerações posteriores de físicos e filósofos importantes como Galileu (1564-1642), Newton (1643-1727) e Boyle (1627-1691) usaram essa hipótese atomista na explicação de propriedades dos materiais. (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 152).

A partir desse breve histórico, o(a) professor(a) pode discutir com seus alunos sobre a dinâmica da elaboração conceitual na Ciência, salientando que o conhecimento vai sendo construído, de maneira dinâmica, conforme vão aparecendo novos desafios e informações. Além disso, é importante destacar a influência da sociedade, nos diferentes momentos históricos, e dos interesses políticos e econômicos, que direcionam a aceitação ou recusa de determinada teoria ou hipótese.

## ***5.2 – Aula 2: Conceitos históricos – As primeiras ideias atômicas e a teoria dos quatro elementos***

Posteriormente, após um pequeno debate sobre as questões iniciais da aula 1, vamos começar a construir a ideia de um modelo para o átomo, partindo, assim, do macroscópico para atingir o mundo não observável. Para isso, podemos utilizar uma dinâmica simples: *O que tem na caixa?* (Apêndice A).

Para essa dinâmica, o professor deverá utilizar uma caixa simples, desde que bem fechada e que não possibilite que os alunos vejam o objeto em seu interior. Dentro desta deve-se colocar um pequeno objeto: o ideal que seja algo da vivência do aluno, como, uma borracha, um clipe, um pendrive etc.

De posse da caixa lacrada, o professor pode entregá-la a cada aluno, que poderá analisar algumas características, tais como barulho ao agitar a caixa, peso, cheiro etc., e, diante dessas informações, formular hipóteses na tentativa de adivinhar qual é o objeto em seu interior, sem que se abra a caixa. Após cada aluno analisar a caixa, o professor pode solicitar que, com base nas propriedades observadas, os alunos façam um desenho (modelo representativo) que melhor identifique o objeto na caixa. O professor pode instigar o aluno a pensar na espessura, no tamanho, na viscosidade, na elasticidade, na forma e na composição deste material. Em seguida, pode iniciar um debate, onde cada aluno possa demonstrar o seu desenho e fazer uma breve argumentação sobre o objeto que “identificou” na caixa.

Em seguida, o professor deve deixar claro aos alunos que:

Alguns fenômenos necessitam de modelos para serem compreendidos. Não devemos enxergar um modelo como uma cópia da realidade. Um modelo é apenas uma representação, uma aproximação do que ocorre na realidade. Ao mesmo tempo, cada modelo é útil na explicação de certas propriedades e transformações que a realidade apresenta. Se algumas transformações ou propriedades não puderem ser explicadas por um modelo, ele deve ser substituído ou modificado. Isso não impede que ele continue sendo usado nas situações mais simples. (MORTIMER; MACHADO, 2013, p. 150).

Assim, o professor pode fazer uma analogia com a caixa utilizada no início da aula e ressaltar que cada aluno, de acordo com o que tinha a disposição fez um desenho representativo do objeto que acredita ter na caixa. E isso ocorre na ciência, pois nem sempre é possível observar o mundo microscópico. Mesmo com a ajuda de aparelhos sofisticados, pode não ser possível identificar a composição e o comportamento dos materiais. Por isso, frequentemente, é feito o uso de modelos na tentativa de justificar as observações dos fenômenos, ainda que nunca tendo sido visto, possibilitando pensar em aproximações da realidade.

Na ciência, nem sempre é possível abrir as “caixinhas” e observar o que tem dentro de cada uma. Assim, algumas vezes, há mais de uma teoria que consegue explicar o objeto de estudo e que, às vezes, pode ser testada experimentalmente ou aceita por evidências teóricas. Essas teorias, na verdade, são modelos explicativos, como os elaborados pelos alunos para o objeto da caixa e vão, pois, corresponder em maior ou menor grau com a realidade, e são aceitas pela sua consistência teórica, de acordo com o momento histórico e os contextos políticos, econômicos e sociais.

Portanto, o professor poderá contextualizar sobre como se deu o início do que conhecemos hoje sobre a constituição da matéria, deixando claro que surgiram muitos modelos que foram aceitos pelas sociedades de acordo com as expectativas e as condições materiais de cada momento histórico. Além disso, nas próximas aulas, poderá retomar esse assunto, ao discutir sobre algumas das principais teorias atomistas aceitas em diferentes contextos histórico-sociais.

Muitas teorias foram criadas, mas várias não tiveram grande importância e outras que nem chegaram a ser publicadas. É importante ressaltar que as teorias são criações humanas que servem para atender a uma necessidade específica, com objetivo de dar sentido às observações dos fenômenos e possibilitando elaborar novas expectativas acerca de fatos que possam acontecer. Dessa forma, uma teoria é considerada poderosa quando consegue fornecer explicações consistentes e fazer previsões que, com o passar do tempo, são confirmadas. Tudo

isso deve ser relacionado com as hipóteses que os alunos criaram para imaginar o objeto na caixa, durante a aula.

O avanço tecnológico contribui para que equipamentos mais sofisticados e precisos sejam construídos, o que possibilita o surgimento de novos fatos e observações. O movimento dinâmico propiciado pela interação desses avanços com as diferentes necessidades da sociedade faz com que determinadas teorias percam a sua consistência teórica e, portanto, sejam substituídas por outras que consigam dar melhores respostas.

Vale ressaltar, que esse movimento não é linear, as coisas não acontecem umas depois das outras, por meio das teorias aceitas, mas, que existem idas e vindas, num processo dinâmico e complexo, sujeito a influência de muitos fatores. A ciência, não caminha sempre em uma evolução linear, e em alguns casos uma coisa que aparece, não é melhor de outra que ficou, mas sim, faz-se necessário sua substituição pelos estudos, experimentos e questionamentos feitos pela sociedade. E, para se chegar em uma nova teoria ou modelo explicativo são necessários vários estudos e teorias e nem sempre as teorias aceitas são as únicas que participam desse processo, muitas nem são divulgadas.

### ***5.3 – Aulas 3 e 4: Leis ponderais***

Para essas, aulas os alunos poderão observar a conservação da massa para algumas reações. Para isso serão realizados dois experimentos, apresentados nos anexos 1 e 2. Esses experimentos poderão ser realizados de forma demonstrativa pelo professor. Todavia, o ideal é que cada aluno tenha uma folha do anexo impressa para acompanhar.

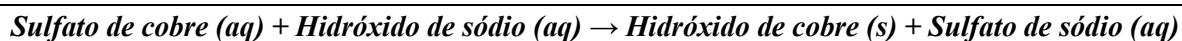
Cada experimento será, aqui, brevemente comentado.

- No experimento 1 ocorre uma precipitação. É possível observar a formação de um precipitado azul, que evidencia a ocorrência de uma reação química.

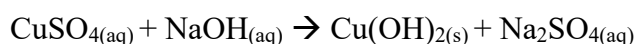
Destaca-se que os alunos do Ensino Fundamental ainda não têm familiaridade suficiente para escrever equações químicas sozinhos, mas podem compreender esse tipo de representação se o(a) professor(a) for decodificando esses signos juntamente com os alunos. Dessa forma, pode mostrar inicialmente como representar o processo por meio de esquema do tipo:

***Solução aquosa de sulfato de cobre interage com solução aquosa de hidróxido de sódio produzindo hidróxido de cobre sólido e solução aquosa de sulfato de sódio.***

Posteriormente, pode ser simplificada para:

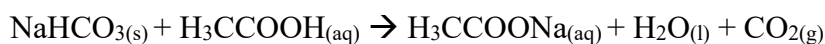


Recorrendo a passos intermediários de representação, ainda que utilizem um pouco da aula, podem contribuir significativamente para a compreensão dos alunos acerca da utilidade das equações químicas, como forma de representar um processo químico. Assim, depois que os alunos entendem que a equação química é uma representação do processo, é possível inserir os símbolos e as fórmulas químicas:



Observando os dados do experimento, é possível perceber que a massa inicial dos reagentes separados é igual à massa final dos produtos. Dessa forma, pode-se inferir que houve conservação da massa, já que não há perda e nem ganho de gás para a sua realização

- No experimento 2, ao despejar o vinagre sobre o bicarbonato de sódio, é possível observar liberação de gás (efervescência), que evidencia a ocorrência de uma reação química. Ao comparar as massas inicial e final, é possível afirmar que ocorreu uma diminuição na massa do sistema. Isso ocorre em consequência da liberação de gás durante a reação entre as substâncias envolvidas. Essa reação pode ser representada pela equação a seguir:



Aqui é interessante ressaltar e lembrar de que o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) é um ácido inorgânico fraco, que se decompõe em gás carbônico e água. O passo a passo da interpretação de uma equação química também deve ser realizado nesse experimento. Assim, os alunos vão desenvolvendo maior habilidade com esse tipo de representação.

#### **5.4 – Aula 5: Buscando explicações – Teoria do Flogístico**

Esta aula pode ser iniciada com a discussão que desde que o homem aprendeu a utilizar e controlar o fogo para seu benefício (aquecer-se, cozinhar, defender-se), a obtenção de energia, principalmente as combustões, tem exercido papel fundamental nas sociedades. Hoje, as combustões, em seu sentido usual, são consideradas transformações químicas em que um dos reagentes, o comburente, é o gás oxigênio.

Ao estudar as transformações químicas, é necessária a elaboração de explicações para os fatos observados. Assim, o estudo da combustão e de outras transformações foi construindo explicações que envolveram diferentes ideias sobre a constituição da matéria.

Quando se fala em combustão, sabe-se que grandes quantidades de energia, na forma térmica e luminosa, estão presentes. No entanto, até o século XVIII, muitos pensadores explicavam essa observação pela teoria do flogístico, na qual era entendido como uma entidade que, no momento da combustão, abandonaria o corpo, alterando suas características.

Por meio dessas ideias se explicava a diminuição de massa na combustão de materiais como madeira e carvão, corroborando com a ideia de que nesse processo haveria liberação de flogístico. Como se pode observar pela queima de uma folha de papel. Assim, o papel seria um material que contém flogístico, que é liberado durante a queima, restando apenas cinzas. O mesmo pode ser observado com outros materiais inflamáveis, como madeira e combustíveis, reforçando a coerência da teoria.

No entanto, não explicava o aumento da massa observado na combustão de outros materiais, como os metais, por exemplo. Se na combustão dos metais perde flogístico, como explicar que a massa aumenta? Assim, à medida que novas informações apareciam, alguns fatos não eram satisfatoriamente explicados, o que mostrava a fragilidade das ideias defendidas. Mas, o trabalho de pensadores que aceitavam a teoria do flogístico em muito contribuiu para um maior conhecimento sobre materiais e técnicas.

Ao contar com instrumentos sofisticados, como balanças mais precisas, uma importante contribuição foi elaborada pelo químico francês, Antoine Laurent Lavoisier. Partindo da suposição de que, nas transformações químicas, as quantidades se conservavam, realizou experimentos envolvendo combustões, notando que parte do ar se fixava ao material combustível. E, com a descoberta do gás oxigênio – que na época foi chamado “ar vital”, por permitir a respiração de animais – realizada pelo químico inglês Priestley, Lavoisier relacionou a ocorrência de combustão à incorporação do princípio que forma o oxigênio aos princípios constituintes do combustível.



Assim, ao repetir o experimento muitas vezes e realizar com outras substâncias, ratificou a Lei de conservação das Massas: “Em uma reação Química, considerando o sistema fechado, a massa total do(s) reagente(s) é numericamente igual à massa total do(s) produto(s)”.

Experimentos anteriores aos de Lavoisier mostravam que a massa nem sempre era conservada. Para esclarecer essas observações, os ensaios passaram a ser realizados em sistemas fechados, inferindo que as diferenças de massas seriam consequência da entrada ou da saída de gases durante as reações.

Tendo em vista que a diminuição de massa durante a combustão parece ser uma ideia intuitiva, visto que pode ser observada em vários fenômenos do cotidiano dos alunos, é necessário levar para a sala de aula informações que possam ampliar tais concepções. Assim, para explicar melhor sobre o aumento de massa na combustão é possível realizar o experimento apresentado no Anexo 3. E, em seguida, discutir os resultados obtidos com a balança, para melhor compreensão pelos alunos.

Considerando a construção histórica acerca do conceito sobre conservação da massa, o professor poderá discutir com os alunos a respeito da importância da comunicação entre os pesquisadores para que os resultados possam subsidiar mudanças de pensamento e estabelecimento de leis e teorias. Além disso, pode discutir sobre o alcance desse conceito, inclusive para compreender aspectos do dia a dia, como é o caso de um regime alimentar ou mesmo da análise de problemas ambientais pelo descarte de substâncias.

No primeiro caso, observa-se que, salvo questões específicas de metabolismo, a redução na ingestão de alimentos, é uma possibilidade para reduzir o aumento de massa corporal, visto que a massa ingerida não *desaparece* do organismo. Além disso, é possível discutir que, pelo fato de as substâncias ingeridas serem diferentes, poderá haver maior ou menor acúmulo de massa. Na mesma perspectiva, é possível analisar a poluição ambiental por descarte de substâncias, lembrando que a massa descartada não *desaparece* do ambiente, tornando-se, muitas vezes, um grande problema.

Após a realização do experimento, o professor poderá iniciar um debate com relação à conservação ou não das massas, se atentando aos resultados obtidos com a prática dos dois experimentos realizados na aula anterior. A discussão pode ser direcionada mostrando a relação com a teoria do flogístico, que serviu durante muito tempo como meio de explicação para esse tipo de observação, antes de se perceber que a realização de ensaios em sistemas

abertos poderia ocorrer com absorção ou liberação de gases, o que pode interferir na massa final.

Assim, o(a) professor(a) poderá questionar os alunos: *Analisando os dados obtidos nos três experimentos realizados em aula e o que foi estudado: o que você pode dizer a respeito das massas de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química<sup>3</sup>?*

Os estudos quantitativos realizados por Lavoisier fizeram com que fosse possível uma generalização a respeito das massas de reagentes e produtos envolvidos numa transformação química. Assim, em uma reação química, mesmo aquela que envolva gases, a massa sempre se conserva, desde que a mesma seja realizada em um sistema fechado.

Nesse momento, o(a) professor(a) pode utilizar as equações que representam as reações ocorridas nos três experimentos para demonstrar como é possível representar a conservação da massa e dos átomos. Para isso, pode se utilizar da massa atômica inicial dos reagentes e final dos produtos, evidenciando, assim, a sua conservação por meio de um rearranjo dos átomos para a formação dos produtos obtidos.

Assim, para sintetizar essas discussões, o(a) professor(a) poderá fazer uso de atividades, como as que se encontram no Anexo 4.

Por fim, a partir do estabelecimento desse conceito, é possível introduzir outra ideia imprescindível para a compreensão das transformações químicas, o conceito relacionado à proporcionalidade entre reagentes e produtos. Para o desenvolvimento dessa ideia, podem ser utilizadas diversas analogias que mostrem como as transformações são dependentes da proporção entre as espécies que reagem, como é o caso de uma receita culinária, em que, por exemplo, para se obter um bolo com o dobro do tamanho da receita original, todos os ingredientes devem ser adicionados em dobro ou para se obter metade da receita, é necessário utilizar todas as quantidades divididas ao meio.

**Referência:** BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 71-73, 2005.

---

<sup>3</sup> BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 79, 2005.

### **5.5 – Aulas 6 e 7: Identificando algumas propriedades dos materiais I**

Nestas aulas serão estudadas algumas propriedades dos materiais: densidade e solubilidade. Dessa forma, são necessários dois horários para que as discussões não fiquem prejudicadas.

#### **Densidade:**

Tendo em vista que as substâncias podem ser identificadas por suas propriedades características, a cor e o cheiro são propriedades que podem indicar qual é a substância em questão, porém não são suficientes para identificá-la ou distingui-la de uma mistura.

Em linguagem corrente, é frequente dizer, por exemplo, que o ferro é mais pesado que o algodão. Contudo, esta afirmação apresenta uma contradição evidente já que em um 1 Kg de ferro existe uma massa equivalente àquela existente em 1 Kg de algodão não compactado. A diferença está no volume dos materiais – necessita-se de um volume de algodão muito maior do que o de ferro para se ter uma mesma massa. A propriedade que expressa a ideia de que num mesmo volume de ferro e/ou algodão estão contidas quantidades diferentes de material, é a densidade ( $d$ )<sup>4</sup>.

Para melhor compreensão desse conceito, pode ser realizado o experimento (anexo 5), para verificar se a densidade é uma propriedade que permite identificar uma substância. Neste experimento, será possível determinar a massa e o volume da amostra de um certo metal, e a partir dos dados coletados por todas as equipes, encontrar uma relação matemática que se pode estabelecer entre estas duas variáveis.

#### **Solubilidade**

A solubilidade é uma propriedade que depende da temperatura, e indica o quanto é possível dissolver de um determinado soluto em uma quantidade específica de solvente<sup>5</sup>.

---

<sup>4,5</sup> BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP**. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 87, 2005.

A água é considerada solvente universal, isso porque consegue dissolver uma quantidade muito grande de solutos. No entanto, a solubilidade dos materiais em água não ocorre da mesma forma. Para melhor compreensão, é possível realizar o experimento, presente no anexo 6, o qual testa a solubilidade de diferentes materiais em água.

Se julgar adequado, o(a) professor(a) pode, então, usar a discussão a partir do experimento e explicar aos alunos porque os materiais se dissolvem, relacionando a polaridade e as forças intermoleculares das substâncias com as suas solubilidades em cada solvente.

### **5.6 – Aula 8: Identificando algumas propriedades dos materiais II**

Além da densidade e da solubilidade, outras propriedades, como temperatura de ebulição e temperatura de fusão, são utilizadas na identificação das substâncias por serem propriedades características, ou seja, por dependerem apenas da natureza da substância e não da quantidade ou da procedência da amostra.

Para esta aula, o aluno será instigado a fazer a confecção de gráficos, a discussão de observações e a construção da ideia de propriedade específica. Além disso, poderá ampliar a compreensão por meio da aplicação do conceito em diferentes situações, como as presentes nas atividades do anexo 7.

Assim, será estudada uma propriedade específica dos materiais, a **temperatura de ebulição**. A água, o álcool comum, a acetona e o éter fervem (entram em ebulição) a temperaturas diferentes. Essa temperatura, na qual o material passa do estado líquido para o gasoso, é chamada temperatura de ebulição.

A temperatura de ebulição é uma propriedade característica de cada substância, e pode ser medida sem causar, de maneira geral, transformações químicas no sistema<sup>6</sup>.

Em locais diferentes, em razão da diferença de altitude em cada região, a temperatura de ebulição é diferente. Isso ocorre porque um líquido entra em ebulição quando sua pressão de vapor se iguala à pressão atmosférica local. Nesse momento, bolhas de vapor começam a se formar no corpo do líquido, que ferve. Em locais de altitudes mais baixas a pressão

---

<sup>6</sup> BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP**. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 82-83, 2005.

atmosférica é maior e, conseqüentemente, maior é a temperatura com que o líquido deve ser aquecido para entrar em ebulição.

Dessa forma, em Aracaju, ao nível do mar (pressão atmosférica igual a 1 atm ou 760 mmHg), a temperatura de ebulição da água pura é igual a 100°C. Já em Brasília, cuja altitude varia entre 1000 e 1200 metros acima do nível do mar, o valor da temperatura de ebulição será menor, aproximadamente 96°C. Isso ocorre porque, em Brasília, pelo fato de a pressão atmosférica ser menor, há uma menor barreira para que as moléculas se “desprendam” do líquido e, com isso, a temperatura de ebulição da água é menor.

Quanto maior for a altitude menor será a temperatura de ebulição. No Monte Everest, na Cordilheira do Himalaia, a altitude é de 8848m e a pressão atmosférica é 240 mmHg. Nesse local, por exemplo, a água entra em ebulição em menor temperatura ainda, aproximadamente a 71°C.<sup>7</sup>

Dessa maneira, a determinação da temperatura de ebulição de um material possibilita a identificação de determinada substância.

**Ponto de Fusão** – Outra propriedade utilizada na identificação das substâncias é a temperatura de fusão. Gelo, chumbo e ferro, por exemplo, fundem a temperaturas diferentes. Essa temperatura, em que um material sólido passa para o estado líquido (fusão), é denominada temperatura de fusão. Para a água pura, por exemplo, ao nível do mar (1 atm), a temperatura de fusão é 0°C<sup>8</sup>.

Com os valores das temperaturas de fusão e de ebulição de determinada substância, é possível prever o seu estado físico, considerando qualquer temperatura no sistema. Se a temperatura dada estiver: abaixo do ponto de fusão, a substância encontra-se no estado sólido; entre os pontos de fusão e de ebulição, no estado líquido; e, se estiver acima do ponto de ebulição, está no estado gasoso<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1, Curitiba: Positivo, p. 14, 2015.

<sup>8</sup>BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I**: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 87, 2005.

<sup>9</sup> BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1, Curitiba: Positivo, p. 14, 2015.

As discussões propostas nas aulas 5, 6 e 7 podem contribuir para se pensar acerca da constituição da matéria. Assim, é importante que exista o questionamento: “*Por que materiais diferentes têm características diferentes?* ” Ou ainda, “*Será que esse comportamento, que é diferente para cada substância, tem relação com sua constituição?* ” Diante dessa motivação, é possível ampliar o leque de possibilidades, aprofundando o estudo dos modelos atômicos.

### **5.7 – Aula 9: O modelo do átomo proposto por John Dalton**

No final do século XVIII, muito conhecimento acerca das transformações químicas já havia sido acumulado. Assim, por exemplo, já se sabia que, de certa quantidade de matéria-prima não se podia fabricar quantidades arbitrárias de nenhum produto. De fato, uma das condições para se obter um produto viável economicamente, é de se fazer reagir quantidades determinadas de cada um dos reagentes. Também já se sabia que a massa se conserva nas transformações químicas.

Além desses conhecimentos, o fato de algumas substâncias se decomporem, ou seja, produzirem, por exemplo, novas substâncias por aquecimento, enquanto outras permanecerem com as mesmas propriedades físicas mesmo após um aquecimento vigoroso, também despertou muito interesse entre os pensadores da época e muitas tentativas de explicação foram propostas.

Compreender o comportamento da matéria, através da elaboração de ideias sobre a sua constituição, tem sido preocupação constante desde os pensadores mais antigos até os cientistas atuais. Essas ideias estão em contínua transformação, pois, conforme mais informações são obtidas, mais as ideias se mostram limitadas para explicar os novos dados.

Através da ideia de que a matéria é constituída por elementos ou princípios, é possível explicar a conservação de massa nas transformações químicas, admitindo que os elementos se conservam.

É possível explicar, também, a proporcionalidade entre massas de reagentes e produtos, admitindo-se que as substâncias tenham determinada composição em elementos. No entanto, essa ideia não explica como os elementos se conservam ou como eles se combinam em determinadas proporções.

O trabalho de John Dalton (1766-1844) pode dar uma resposta a essas indagações. Dalton trabalhava na Escola de Ciências de Manchester, Inglaterra, tendo como interesse assuntos relacionados à meteorologia. São temas constantes nos trabalhos de Dalton, a

solubilidade dos gases da atmosfera na água, a expansão do vapor por ação do calor, a água contida como vapor na atmosfera.

Dalton estudou também o comportamento dos gases quando eram misturados sem que sofressem transformações químicas, ou seja, sem que houvesse mudança na sua composição.

Esses estudos foram muito importantes no desenvolvimento das ideias sobre a constituição da matéria. Para explicar suas observações sobre os gases, Dalton adotou as ideias do físico e matemático inglês Isaac Newton (1642-1727) sobre o ar (propostas no século XVIII). Newton admitia que o ar era constituído por pequenas partículas ou átomos de matéria, que se repeliam mutuamente com uma força que aumentava à medida que diminuía a distância entre elas. Em suma, o ar seria constituído por partículas em movimento.

Os dados obtidos por Dalton, em seus experimentos, foram levando-o a mudar suas ideias a respeito das partículas da matéria. No início, Dalton acreditava que as partículas – blocos físicos fundamentais, constituintes de qualquer substância – seriam as mesmas. Com o decorrer de seu trabalho, foi chegando à conclusão de que os átomos dos diferentes gases deveriam ser diferentes e lhe ocorreu que a massa poderia ser a propriedade que diferenciaria os átomos. Com isso explicaria, por exemplo, as diferenças de solubilidades dos vários gases estudados.

Deste modo, a concepção de Dalton sobre a constituição da matéria é diferente da concepção proposta por Lavoisier. Este admitia a matéria constituída por elementos. Já Dalton a considerava constituída por átomos de massas diferentes. No entanto, essas concepções podem ser relacionadas admitindo-se que cada elemento constituinte da matéria seja formado por átomos de mesma massa.

Como seria possível, então, avaliar a massa de um átomo?

Analisando os dados sobre as quantidades de reagentes e produtos envolvidas em transformações químicas, Dalton pôde avaliar a massa do átomo de um elemento, comparando massas envolvidas em transformações, nas quais um dos reagentes fosse o mesmo (controle de variável).

Logo, a partir de dados sobre as massas envolvidas nas transformações entre diferentes substâncias e gás hidrogênio, Dalton pôde construir uma tabela de massas atômicas de diferentes elementos em relação ao hidrogênio.

O hidrogênio, escolhido como padrão, teve sua massa atômica fixada arbitrariamente como 1. Assim, dizer que a massa atômica do oxigênio é 7, segundo Dalton, significa dizer que um átomo de oxigênio tem massa 7 vezes maior que a de um átomo de hidrogênio.

Dessa forma, as leis das combinações Químicas poderiam vir a ser explicadas, aliando-se a esses dados as ideias que Dalton propôs para a constituição da matéria:

- Toda matéria é formada por átomos. Estes são as menores partículas que a constituem, e são indivisíveis e indestrutíveis, mesmo durante transformações químicas.
- Os átomos que constituem os diversos elementos químicos são diferentes entre si em massa e se portam diferentemente em transformações químicas.
- Os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos em massa e se portam igualmente em transformações Químicas.
- Nas transformações Químicas, átomos de diferentes elementos combinam-se em números inteiros.

Admitindo-se, portanto, a transformação química como um rearranjo de átomos e atribuindo-se a estes massas fixas, pode-se explicar a conservação de massa e as proporções definidas entre as quantidades de reagentes.

**Texto extraído de:** BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 112, 2005

Dalton representava suas ideias sobre os átomos utilizando símbolos. Na sua representação, o símbolo de um elemento indicava não só esse elemento, mas, também, um átomo desse elemento, com massa característica.

Assim, cada elemento possuía um símbolo, que representava o elemento, por exemplo, hidrogênio ou um átomo do elemento hidrogênio, com massa característica; no caso, massa atômica relativa 1. Expressando em gramas este valor, tinha-se a massa de um certo número de átomos de hidrogênio. Usando esses símbolos podia-se representar, também, transformações químicas.

As ideias de Dalton foram bastante importantes para a Química. É interessante notar que Dalton não partiu de análises químicas para provar sua teoria, mas se voltou a elas, pois suas ideias envolviam também uma possível explicação das leis quantitativas das transformações químicas.

Embora, atualmente, outros fatos e ideias tenham levado a reformular as representações e as concepções daquela época, elas podem ser utilizadas na explicação de vários fenômenos.



Com a ideia de átomo, proposta por Dalton, é possível resolver boa parte de nossas indagações. Contudo, à medida que comecem a aparecer fatos por ela inexplicáveis, percebe-se a necessidade de se elaborar novas ideias, transformando-se as concepções.

Para finalizar essa discussão histórica da elaboração da teoria de Dalton, alguns exercícios podem ser resolvidos (anexo 8).

**Referência:** BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 109-113, 2005.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta didática buscou subsídios didáticos, teóricos e metodológicos para a introdução ao ensino de modelos atômicos, voltada para a educação básica, mais específica para o ensino fundamental, onde de fato ocorre o primeiro contato com o conceito de átomo.

Dessa forma, buscou-se oferecer aqui um caminho alternativo para que o professor possa trabalhar os conceitos de nível microscópico, presentes no tema modelos para os átomos, de forma que realmente possa aproximar o aluno dos conceitos científicos. A proposta é aplicável na educação básica. As atividades são adaptáveis de acordo com a necessidade e realidade de cada escola. Sabe-se que é importante que o professor utilize diversos recursos e metodologias, o que torna a aula mais dinâmica e atrativa para os alunos.

Por fim, pretende-se romper com o tradicionalismo nas aulas de Ciências/Química, principalmente no que se refere ao ensino de modelos para o átomo, onde sempre é questionada a elevada abstração necessária, por parte dos alunos, visto que normalmente o professor, bem como os livros didáticos utilizados, buscam a sua explicação partindo do universo atômico, por isso, aqui buscamos ao contrário, o macroscópico, para que o aluno possa perceber e criar situações em que as explicações do nível submicroscópico façam sentido, de maneira que se torne viável, ou seja, utilizando o que o aluno já conhece, de algo palpável, o mundo macroscópico em que se vive.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 1 e v.4, Curitiba: Positivo, 2015.

BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R. ; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I**: Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, 2005.

BRASIL ESCOLA. Canal do educador. Disponível em:

<<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/solubilidade-dos-materiais.htm>>.

Acesso em: 05/01/2019.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R. C. De massas e massas atômicas. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 08-10, 2004.

DELIZOICOV, D.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciênc. Educ.**, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. C. Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 275-282, 2009.

MELO, M.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Ciências Ensino Fundamental**: proposta curricular. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**: ensino médio. 2ª ed, São Paulo, Scipione, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; **Química cidadã**: Materiais, substâncias, constituintes, Química ambiental e suas implicações sociais. Ensino Médio, v. 1, 1ª ed, São Paulo, Nova Geração, 2010.

SILVA, G. R.; MACHADO, A. H.; SILVEIRA, K. P. Modelos para o átomo: Atividades com a utilização de recursos multimídia. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 106-111, 2015.

**Apêndice A – Atividade - aula 2**

1- O que tem na caixa?

Com base nas propriedades observadas, faça um desenho (modelo representativo) que melhor represente o objeto que você identificou na caixa. Descreva as características que possibilitam identificar as propriedades do objeto.

Caixa
Características
Desenho

**Anexo 1 – Experimento 1 - aula 3**

Escola: \_\_\_\_\_

Aluno: \_\_\_\_\_

Disciplina: Química

**Experimento 1: Conservação das massas****Material**

2 béqueres (50 mL);

2 provetas graduadas (10 mL);

Solução aquosa de sulfato de cobre II ( $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ );Solução aquosa de hidróxido de sódio ( $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ );

Balança.

**Procedimento**

Coloque 10 mL da solução de  $\text{CuSO}_4$  em um béquer e 10 mL da solução de  $\text{NaOH}$  no outro.

Coloque os dois béqueres com as soluções, ao mesmo tempo, na balança. Anote, no quadro a seguir, a massa (inicial) do conjunto.

Retire os béqueres da balança. Despeje, vagarosamente, o conteúdo de um dos béqueres no outro. Observe com atenção. Anote suas observações.

Coloque, novamente, os dois béqueres na balança. Anote a massa (final) no quadro.

Massa inicial (g)	Massa final (g)

**Descarte**

Cuidadosamente, armazene o resíduo em um frasco devidamente etiquetado.

**Resultados e conclusão**

- Após a mistura das soluções, pode-se dizer que ocorreu uma reação química? Que evidência confirma essa ocorrência?
- Escreva um esquema representativo para a reação química envolvida nesse experimento.
- Com os dados obtidos pelo experimento, analise se ocorreu alguma alteração com as massas inicial e final do sistema. Você esperava os resultados obtidos? Comente.

Extraído e adaptado de: BATISTA, F. R. **Química**: Ensino Médio. v. 4, Curitiba: Positivo, p. 13, 2015.

## Anexo 2 – Experimento 2 - aula 4

**Escola:** \_\_\_\_\_

**Aluno:** \_\_\_\_\_

**Disciplina:** Química

### Experimento 2: Conservação das massas

#### Material

1 espátula;  
 2 béqueres (50 mL);  
 Bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_{3(s)}$ );  
 Vinagre (solução de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ ) aproximadamente 4%);  
 Balança.

#### Procedimento

Coloque uma pequena quantidade de bicarbonato de sódio em um dos béqueres e, aproximadamente, 10 mL de vinagre no outro.

Coloque os 2 béqueres com os materiais, ao mesmo tempo, na balança. Anote, no quadro a seguir, a massa (inicial) do conjunto. Retire os béqueres da balança.

Despeje, lentamente, o vinagre presente em um dos béqueres sobre o bicarbonato de sódio contido no outro béquer. Observe com atenção. Anote suas observações.

Coloque, novamente, ambos os béqueres na balança. Anote a massa (final) no quadro.

Massa inicial (g)	Massa final (g)

#### Descarte

Acrescente bastante água ao sistema obtido, para diluí-lo ao máximo possível. Em seguida, descarte-o na pia.

#### Resultados e conclusão

- a) Após a mistura do vinagre com o bicarbonato de sódio, pode-se dizer que ocorreu uma reação química? Que evidência confirma essa ocorrência?
- b) Registre os materiais no estado inicial e final, representando a reação química envolvida nesse experimento.
- c) Com os dados obtidos pelo experimento, analise se ocorreu alguma alteração com as massas inicial e final do sistema. Em caso afirmativo, explique o que ocorreu.

**Extraído de:** BATISTA, F. R. **Química:** Ensino Médio. v. 4, Curitiba: Positivo, p. 14, 2015.

**Anexo 3 – Experimento 3 - aula 5**

**Escola:** \_\_\_\_\_

**Aluno:** \_\_\_\_\_ **Disciplina:** Química

**Experimento 1: Conservação das massas**

**Atenção:** Como o experimento proposto envolve a queima, deve-se tomar cuidado com a chama, já que podem ocorrer acidentes e há risco de incêndio se houver manipulação incorreta do fogo.

**Material**

Palha de aço;  
1 cápsula de porcelana;  
1 caixa de fósforos;  
Balança.

**Procedimento**

Coloque um pedaço de palha de aço na cápsula de porcelana. Coloque o conjunto na balança. Anote, no quadro a seguir, a massa (inicial) do conjunto. Retire a cápsula de porcelana com a palha de aço da balança.

Aproxime a chama de um palito de fósforo da palha de aço, até que o material inflame. Aguarde alguns minutos para que ocorra a combustão (queima) completa do material.

Anote suas observações.

**Observação:** Se necessário, com cuidado e com auxílio de equipamentos de segurança (como óculos de proteção) sobre vagarosamente o sistema para manter a combustão. Atenção para não deixar desprender fragmentos do material. Caso isso ocorra, com uma espátula, recolha-os novamente na cápsula.

Coloque, novamente, o conjunto na balança. Anote a massa (final) no quadro.

<b>Massa inicial (g)</b> (cápsula + palha de aço)	<b>Massa final (g)</b> (cápsula + palha de aço após a combustão)

**Descarte**

O resíduo pode ser descartado em lixo comum.

**Resultados e conclusão**

1 – a) Com os dados obtidos pelo experimento, analise se ocorreu alguma alteração com as massas inicial e final do sistema. Justifique.

b) Pelas suas observações, você pode afirmar que houve uma transformação química? Em caso afirmativo, escreva a equação que representa a reação química envolvida nesse experimento.

2 – Durante a realização de um experimento, um aluno queimou cuidadosamente, em uma cápsula de porcelana, 46g de álcool etílico. Após a reação, não sobrou nenhum resíduo na cápsula, constatando-se uma diferença de massa.

a) Considerando tudo o que você estudou até aqui, explique a diferença de massa registrada ao final do experimento.

b) Ao realizar o mesmo experimento em um sistema fechado, a massa final indicou 142g. Qual a massa de gás oxigênio estava disponível no frasco, considerando que os reagentes foram totalmente consumidos?

3 – Considere seus conhecimentos sobre a fabricação de alimentos e a lógica de que as quantidades utilizadas para o preparo de um bolo, por exemplo, devem se manter na mesma proporção. Imagine a seguinte situação: você tem a receita para preparar sua comida preferida para servir quatro pessoas, mas você convidou sete pessoas para provar suas habilidades culinárias.

a) Dessa forma, você precisaria de uma quantidade que servisse 8 pessoas. O que você deveria fazer com os ingredientes?

b) E se, em vez de sete pessoas, você só convidasse uma? Como você faria para produzir a metade da quantidade estabelecida por sua receita?

**Anexo 4 – Atividades - aula 5**

**Escola:** \_\_\_\_\_

**Aluno:** \_\_\_\_\_ **Disciplina:** Química

1- Ao realizar determinado experimento em laboratório, um aluno observou que um pedaço de palha de aço após alguns dias exposto ao ar, teve sua massa aumentada. Ao contrário, uma vela acesa diminuiu após alguns minutos de queima. Como é possível explicar essas observações?

2- Por que as observações de Lavoisier são válidas apenas para ensaios realizados em sistemas fechados?



**Anexo 5 – Experimento 4 – aulas 6 e 7**

Escola: \_\_\_\_\_

Aluno: \_\_\_\_\_

Disciplina: Química

**Experimento 4: Determinação da Densidade de um material****Material**

Balança

Amostras de metal

Proveta de 100 mL

Obs: Os metais utilizados podem ser, por exemplo, alumínio, ou cobre, ou chumbo, ou estanho. É importante que sejam utilizadas amostras diferentes do mesmo metal, para que se possa pesquisar a relação procurada, válida para cada metal.

**Procedimento**

Determine a massa da amostra recebida pela equipe e anote na tabela.

A proveta é um instrumento de medida de volume de líquidos. Pense em uma maneira de utilizá-la para medir o volume da amostra que recebeu. Troque ideias com seu grupo e comunique ao professor a decisão do grupo.

Após, meça o volume da amostra recebida e anote na tabela 1.

**Tabela 1**

Amostra	Massa (g)	Volume (mL)	Relação entre massa e volume
1			
2			
3			

**Resultados e conclusão**

1- O que é possível concluir a partir da observação dos valores para a “Relação entre massa e volume” das amostras 1, 2 e 3? Seria viável utilizar esse valor como característico de cada tipo de amostra?

2- Considerando as informações a seguir, faça um desenho que represente o sistema:

- a) O Sólido A é mais denso que o líquido B e o líquido C
- b) O líquido B é menos denso que o líquido C e o sólido A
- c) O líquido C é mais denso que B e menos denso que A

3) Sabendo que a densidade da água é 1,0 g/mL, quais dos materiais flutuam no Rio Tijuco?

Explique sua resposta.

- a) Osso ( $d = 1,8 \text{ g/mL}$ )
- b) Bambu ( $d = 0,4 \text{ g/mL}$ )
- c) Alumínio ( $d = 2,7 \text{ g/mL}$ )
- d) Carvão ( $d = 0,6 \text{ g/mL}$ )

4- Uma amostra de álcool de densidade  $0,82 \text{ g.cm}^{-3}$  possui volume de  $50 \text{ cm}^3$ . Qual a massa dessa amostra? (Lembre-se que  $1\text{mL}$  equivale a  $1\text{cm}^3$ ).

5- Um aluno mede o volume de uma bola de alumínio por deslocamento de água e a sua massa com uma balança. Ele verifica que a esfera desloca  $4,5 \text{ cm}^3$  de água e tem massa de  $6,5\text{g}$ .

- a) Qual o valor que ele deve obter para a densidade do alumínio?
- b) Como você justifica a diferença entre o valor da densidade do alumínio obtido pelo aluno e o valor encontrado na literatura que é de  $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$ ?

**Extraído e adaptado de:** BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H. R.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 89-92, 2005.

**Anexo 6 – Experimento 5 – aulas 6 e 7****Escola:** \_\_\_\_\_**Aluno:** \_\_\_\_\_**Disciplina: Química****Experimento 5: Testando a solubilidade de alguns materiais****Material**

Talco;

Isopor;

Sal;

Açúcar refinado;

Enxofre (encontrado em farmácias de manipulação);

Sulfato de cobre penta-hidratado (encontrado em lojas de produtos para piscinas);

Acetona ou acetato de etila (solvente usado para remover esmaltes);

Espátula ou colher pequena;

Tubos de ensaio suficientes para cada grupo e um suporte para se colocar os tubos.

**Procedimento**

Colocar cerca de 5mL de água em sete tubos de ensaio. Adicionar com espátula ou colher uma pequena quantidade de cada um dos materiais em cada tubo de ensaio com água, com exceção do solvente de esmaltes.

Anotar a solubilidade de cada substância, isto é, se o material dissolveu, deve-se anotar solúvel; se não dissolveu, registre: pouco solúvel ou insolúvel, dependendo do resultado observado.

Repita o processo, mas em vez de adicionar os materiais na água, agora os adicione em 5 mL do solvente de esmaltes.

**Resultados e conclusão**

1- Quais solutos se dissolveram melhor em água?

2- Quais solutos se dissolveram melhor no solvente para esmaltes?

3- Que solvente solubilizou melhor o isopor? E o sulfato de cobre?

4- O que aconteceria com a solubilidade do sal em água, se nos 5 mL de água, fosse adicionada, uma colher cheia de sal?

5- Diante das suas observações, você considera a solubilidade uma característica que permite identificar uma substância? Justifique.

**Extraído e adaptado de:** BRASIL ESCOLA. **Canal do educador.** Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/solubilidade-dos-materiais.htm>>. Acesso em 05/01/2019.

**Anexo 7 – Atividades - aula 8****Escola:** \_\_\_\_\_**Aluno:** \_\_\_\_\_ **Disciplina: Química**

1- Utilizando os valores da tabela 1, a seguir, construir um gráfico (gráfico 1) e colocar temperatura em função do tempo.

<b>Tempo (minutos)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
0	20
0,5	22
1,0	28
1,5	41
2,0	49
2,5	55
3,0	61
3,5	69
4,0	75
4,5	82
5,0	85
5,5	91
6,0	93
6,5	97 (início da ebulição)
7,0	97
7,5	96
8,0	97
8,5	97
9,0	97

**Tabela 1:** Aquecimento de Água

2- Observe, na tabela 2, as temperaturas de ebulição de algumas substâncias

Substância	Temperatura de ebulição
Hidrogênio	-252,8
Oxigênio	-182,9
Dióxido de enxofre	-10
Álcool	78,5
Acetona	56,2
Água	100,0
Cloreto de Sódio	1413
Ferro	3000

**Tabela 2:** Temperaturas de Ebulição de Algumas Substâncias à Pressão de 1 atm

Considerando os dados da tabela 2 e as condições ambientes 25 °C e 1 atm,

- a) Qual o estado físico das substâncias acetona, álcool e água a 25 °C nestas condições?
  
- b) E o cloreto de sódio e ferro a 1500 °C?
  
- c) E do hidrogênio, oxigênio e enxofre a 25 °C e a -20 °C?

3- Considerando suas respostas às questões anteriores, você poderia concluir que a temperatura de ebulição é uma característica que permite identificar uma determinada substância? Justifique.

**Extraído e adaptado de:** BOSQUILA, G. E.; VIDOTTI, I. M. G.; PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; BELTRAN, M. H.; PORTO, P. A.; ESPERIDÃO, Y. M. **Interações e Transformações I:** Elaborando Conceitos sobre Transformações Químicas/GEPEQ/IQ-USP. 9ª ed, ver. e ampl. São Paulo, p. 83-86, 2005

**Anexo 8 – Atividades - aula 9****Escola:** \_\_\_\_\_**Aluno:** \_\_\_\_\_**Disciplina: Química****Atividades**

1- Compare o conceito de elemento proposto por Lavoisier com o conceito proposto por Dalton. Eles são contraditórios ou podem ser considerados complementares? Explique sua resposta.

2- Considerando as ideias de Dalton sobre a constituição da matéria, como se pode explicar:

a) que, numa transformação química, a massa se conserva?

b) que transformações químicas envolvam massas proporcionais de reagentes e produtos?

3- Considerando ainda as ideias de Dalton:

a) Proponha uma explicação para o que se observa quando se enche uma bexiga de gás.

b) Por que é possível perceber quando alguém abre um vidro de perfume numa sala, mesmo que esteja distante do frasco?

4- Para Dalton, a matéria é constituída por partículas. Existiriam diferentes tipos de partículas formando as diferentes substâncias. Poderiam ser formadas por um só elemento (átomos de hidrogênio formando o gás hidrogênio) ou por mais de um elemento químico (caso da água, constituída por hidrogênio e oxigênio). Por que só as substâncias compostas se decompõem?

5- Os ácidos são substâncias que apresentam algumas propriedades em comum: mudam a cor dos indicadores, como o suco de repolho roxo, têm sabor azedo, reagem com carbonatos liberando gás carbônico. Mas, têm também propriedades que diferem de um para outro, como o cheiro característico do vinagre (ácido acético), do limão (ácido cítrico), bem diferentes do cheiro de “ovo podre” do ácido sulfídrico. Como explicar as propriedades em comum dos ácidos, sendo substâncias diferentes?