



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Valéria Pereira Soares

A EXPERIMENTAÇÃO NO ESTUDO DOS MODELOS
ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON NO ENSINO DE
CIÊNCIAS

Brasília-DF

2021



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

Valéria Pereira Soares

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ESTUDO DOS MODELOS
ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON NO ENSINO DE
CIÊNCIAS**

Dissertação elaborada sob a orientação da Prof.^a Dra. Evelyn Jeniffer de Lima Toledo e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília-DF

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Valéria Pereira Soares

A EXPERIMENTAÇÃO NO ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília (UnB).

Aprovada em 30 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Dra. Evelyn Jeniffer de Lima Toledo
(Presidente)

Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva
(Membro titular)

Prof.a Dra. Jeane Cristina Gomes Rotta
(Membro titular)

Prof. Dr. Gerson de Souza Mól
(Membro suplente)

*“A Ciência é muito simples. Quando se torna complicada, em geral é porque nós somos complicados. Quando nos afastamos assustados da Ciência, porque ela parece difícil demais (ou porque não fomos bem ensinados), abrimos mão da capacidade de cuidar do nosso futuro. Ficamos privados dos direitos civis. A nossa autoconfiança se deteriora.
(Carl Sagan)*

*A todos que acreditam e
lutam por uma educação melhor.*

*Aos meus ex-alunos, alunos
e futuros alunos, é por e para vocês.*

*A todos que não têm
acesso à educação.*

AGRADECIMENTOS

*“Coração de estudante
Há que se cuidar da vida
Há que se cuidar do mundo
Tomar conta da amizade
Alegria e muito sonho
Espalhados no caminho
Verdes, planta e sentimento
Folhas, coração
Juventude e fé”
(Milton Nascimento)*

A Deus, por ser meu guia em toda caminhada.

Aos meus pais Delza e Francion, por toda dedicação.

Ao meu irmão Flávio pelas ilustrações que fazem parte dessa dissertação e à minha cunhada Elis, obrigada por acreditar e torcer por mim. E muito obrigada por terem me dado os melhores presentes: meus sobrinhos amados Maria Ísis e João Paulo.

Ao meu namorado Renan, agradeço por todo apoio, por sonhar meus sonhos e por vezes acreditar mais em mim do que eu mesma.

Aos meus amigos Mônica, Renata e Alisson, que são minha válvula de escape, estão sempre comigo e são responsáveis pelos momentos de descontração. Mais que amigos, irmãos.

Aos amigos de caminhada Ângela e Iago, vocês fizeram tudo ser mais leve. À Débora, também amiga de caminhada e conselheira. Aprendi e aprendo com vocês todos os dias. Vocês são para mim a prova de que tudo tem seu tempo.

Aos amigos de graduação, Jéssica, Pâmella, Rodrigo, Raphael, Amanda, Raíssa, Adriana, Socorro e Raquel. Vocês são incríveis.

Ao amigo Uelson, pela torcida e conversas.

Ao maravilhoso grupo “VIP” lugar em que foi possível realizar inúmeras trocas referentes aos nossos trabalhos. Agradeço ao Henrique pela solicitude e considerações.

À professora Jeane pela atenção e considerações e ao professor Delano. Tive a honra de poder reencontrá-los nessa nova etapa. Agradeço por todos os ensinamentos.

Ao professor Bob por ser inspiração, agradeço por todas as considerações e aprendizados nesses dois anos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para esse momento.

À minha querida e amada FUP (Faculdade UnB Planaltina) e a todos que contribuíram para eu ser quem sou e para que eu estivesse aqui hoje.

Ao PPGEC pela oportunidade e confiança.

À professora Jeniffer (em especial), orientadora e amiga, que ensina com tanta dedicação e comprometimento e ainda puxa a orelha quando necessário. Gratidão pela orientação e todos os ensinamentos.

RESUMO

As dificuldades dos estudantes na compreensão de conceitos químicos são vastamente relatadas na literatura, a iniciar pela compreensão dos Modelos Atômicos em todos os níveis de ensino. Considerando ser fundamental que os professores e estudantes compreendam os modelos como uma criação científica e que percebam que a proposição de um novo modelo não impossibilita a utilização dos anteriores, o objetivo desta pesquisa foi investigar como uma abordagem experimental quanto ao ensino dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem no Ensino Fundamental. Foi enfatizada uma perspectiva cidadã de modo que o estudante reconhecesse que os experimentos apresentavam relação com fenômenos observados no dia a dia possibilitando o desenvolvimento da criticidade diante desses acontecimentos. Como alicerce das atividades foi utilizada a teoria de Johnstone que reconhece a importância das aulas de Química abarcarem os Três Níveis do Conhecimento Químico, denominados macroscópico, submicroscópico e simbólico. A fim de definir os temas das atividades experimentais, foi realizada uma análise da Base Nacional Comum Curricular e do Currículo em Movimento do Distrito Federal selecionando os conteúdos trabalhados nos anos precedentes ao dos discentes participantes da pesquisa. Os experimentos selecionados foram transpostos para uma abordagem demonstrativa-investigativa seguindo as etapas apresentadas por Silva, Machado e Tunes. Devido à Pandemia da COVID-19, que impossibilitou a realização das atividades presencialmente entre 2020/2021, os experimentos foram adaptados e gravados para sua utilização em Ensino Remoto Emergencial. A pesquisa foi realizada com estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública do Distrito Federal. Diante do referencial teórico apresentado, foram realizados quatro encontros com a apresentação de experimentos demonstrativo-investigativos passando pela observação macroscópica, expressão representacional e interpretação submicroscópica. Percebeu-se que trabalhar o ensino de Modelos Atômicos com a realização de atividades experimentais demonstrativo-investigativas com viés nos três níveis do conhecimento químico, separadamente, se mostrou uma ferramenta válida na contribuição do processo de ensino-aprendizagem das teorias atômicas.

Palavras-chave: Experimentação; Modelos Atômicos; Ensino de Ciências; Três níveis do Conhecimento Químico.

ABSTRACT

The students' difficulties in understanding chemical concepts are widely reported in the literature, starting with the understanding of atomic models at all levels of education. Analyzing that it is essential that teachers and students understand the models as a scientific creation and that they realize that the proposition of a new model does not preclude the use of the previous ones, the objective of this research was to investigate how an experimental approach to the teaching of Dalton's Atomic Models and Thomson can contribute to the teaching-learning process in Elementary School. A citizen perspective was emphasized so that the student recognized that the experiments were related to phenomena observed in daily life, enabling the development of criticality in the face of events. As a foundation for activities to take advantage of Johnstone's theory that recognizes the importance of Chemistry classes covering the three levels of chemical knowledge, namely macroscopic, submicroscopic and symbolic. In order to define the themes of the experimental activities, an analysis of the Base Nacional Comum Curricular and the Currículo em Movimento do Distrito Federal was carried out, defining the contents worked on in the years preceding that of the students participating in the research. The selected experiments were transposed to a demonstrative-investigative approach, following steps initiated by Silva, Machado and Tunes. Due to the COVID-19 Pandemic, which made it impossible to carry out activities in person between 2020/2021, the experiments were adapted and recorded for use in Remote Emergency Teaching. A survey carried out with students in the 9th grade of elementary school at a public school in the Distrito Federal. In view of the theoretical framework presented, four meetings were held with the presentation of demonstrative-investigative experiments passing through macroscopic observation, representational expression and submicroscopic interpretation. It was noticed that working in the teaching of Atomic Models with the realization of demonstrative-investigative experimental activities with a bias in the three levels of chemical knowledge, is shown to be a valid tool in the contribution of the teaching-learning process of atomic theories.

Keywords: Experimentation; Atomics Models; Science teaching; Three levels of Chemical Knowledge.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Representação de Dalton para os elementos simples	42
Quadro 2: Representação de Dalton para os elementos compostos	42
Quadro 3: Organização das atividades	66
Quadro 4: Descrição dos Momentos para realização de atividades experimentais demonstrativo-investigativas	67
Quadro 5: Modelos Atômicos abordados relacionados aos conteúdos trabalhados nos anos precedentes ao 9º ano do Ensino Fundamental	77
Quadro 6: Links dos vídeos apresentados nas nos encontros	78
Quadro 7: Representação de Dalton para os elementos Simples e Compostos.....	91
Quadro 8: Comparativo: antes e depois da abordagem submicroscópica do átomo – Questão 1	97
Quadro 9 - Comparativo: antes e depois da abordagem submicroscópica do átomo – Questão 2	98
Quadro 10: Comparativo - antes e depois da abordagem submicroscópica e representacional do átomo para a Questão 3	106
Quadro 11: Experimentos de eletrização por atrito	110

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Intepretação submicroscópica apresentada pelos estudantes	89
Gráfico 2: Uso de termos técnicos/científicos adequadamente utilizados nas respostas dos estudantes	118
Gráfico 3: Análise da abordagem científica nas respostas dos estudantes	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Representação de Thomson para a distribuição de corpúsculos em um átomo com um anel.....	48
Tabela 2: Representação de Thomson para disposição de corpúsculos em anéis concêntricos.....	48
Tabela 3: Questão 1A - Por que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são miscíveis (se misturam) em água?	82
Tabela 4: Questão 2A - Porque o óleo de soja e a areia são imiscíveis (não se misturam) em água?	82
Tabela 5: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 1A)	85
Tabela 6: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 2A)	85
Tabela 7: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 1B)	96
Tabela 8: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 2B)	97
Tabela 9: Resposta dos estudantes (Questão 3A)	102
Tabela 10: Respostas dos estudantes (Questão 4A)	102
Tabela 11: Respostas dos estudantes (Questões 3A e 4A)	102
Tabela 12: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes quanto a dilatação da esfera e o Modelo Atômico de Dalton	105
Tabela 13: Importância das juntas de dilatação	109
Tabela 14: Observação macroscópica dos estudantes - Parte I.....	111
Tabela 15: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte II.....	112
Tabela 16: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte III.....	114
Tabela 17: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte IV	115
Tabela 18: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte V	116
Tabela 19: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte VI	117

Tabela 20: Análise percentual da presença de conceitos científicos nas respostas dos estudantes sobre o funcionamento de um espanador eletrostático	130
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de aprendizagem que incorpora elementos das teorias de Ausubel	50
Figura 2: Modelo de aprendizagem que incorpora elementos da teoria de Piaget e dos alunos de Piaget	51
Figura 3: Modelo de Johnstone para os Níveis de Representação do Conhecimento Químico	52
Figura 4: Inter-relações entre os objetos e focos de interesse da Química	54
Figura 5: Inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico	55
Figura 6: Béqueres contendo os materiais	79
Figura 7: Béqueres contendo as misturas	81
Figura 8: Desenho feito pelo E3 para representar o experimento	88
Figura 9: Desenho feito pelo E4 para representar o experimento	88
Figura 10: Desenho feito pelo E5 para representar o experimento.....	89
Figura 11: Relação hierárquica entre o Mundo Macroscópico e Submicroscópico ...	90
Figura 12: Representação do Modelo Atômico de Dalton para os átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio respectivamente	92
Figura 13: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma substância simples (Gás oxigênio representado por um átomo de oxigênio)	92
Figura 14: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma substância composta (Água - um átomo de Oxigênio e um átomo de Hidrogênio)	92
Figura 15: Adaptação da representação do modelo de Dalton para a Água - um átomo de Oxigênio e dois átomos de Hidrogênio.....	93
Figura 16: Demonstração do Anel de Gravesande antes do aquecimento: Esfera suspensa (A); Esfera passando pelo anel (B); e Esfera após passar pelo anel (C)	100
Figura 17: Demonstração do Anel de Gravesande durante (A) e após (B) o aquecimento da esfera.....	100
Figura 18- Representação da dilatação da esfera: Antes do aquecimento (A) e após o aquecimento (B).....	104
Figura 19: Junta de dilatação da ponte JK sem placa de proteção	108

Figura 20: Parte I - Caneta grudada na parede	110
Figura 21: Parte II - Caneta atraindo pedaços de papel	111
Figura 22: Parte III - Balão atraindo pedaços de papel.....	113
Figura 23: Parte IV - Bastão de vidro atraindo o canudo de plástico	114
Figura 24: Parte V - Canudo de plástico repelindo outro canudo	115
Figura 25: Parte VI - Nenhum fenômeno observado entre o bastão de vidro e papel picado	117
Figura 26: desvio do gás dentro do tubo utilizando um ímã	120
Figura 27 - Representação de eletrização por atrito: Atritando a régua com papel toalha (A); aproximando a régua aos pedaços de papéis (B).....	122
Figura 28 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o balão com tecido de lã (A); aproximando o balão aos pedaços de papéis (B)	123
Figura 29 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o bastão de vidro com o papel toalha (A); atritando o canudo de plástico com papel toalha (B); e aproximando o bastão de vidro ao canudo de plástico (C).	124
Figura 30 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o canudo de plástico com o papel toalha (A); atritando o canudo de plástico com papel toalha (B); e aproximando os dois canudos de plástico (C).	124
Figura 31 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o pente no cabelo (A); aproximando o pente aos pedaços de papéis (B)	125
Figura 32: Espanador eletrostático.....	130
Figura 33: Colher de plástico manchada com açafraão.....	131

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CM – Currículo em Movimento

MEC – Ministério da Educação

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PCNEM – Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio

PCN – Parâmetro Curricular Nacional

PNE – Plano Nacional da Educação

SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

SBQ – Sociedade Brasileira de Química

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

PNLEM – Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

CBA – *Chemical Bonding Approach*

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

JK – Juscelino Kubitschek

DF – Distrito Federal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
CAPÍTULO 1.....	23
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
1.1 O Ensino de Química no Brasil	23
1.1.1 O Ensino de Química e a Formação Científica do Cidadão	27
1.2 O Currículo de Ciências Naturais.....	29
1.3 A Experimentação na Educação Brasileira	31
CAPÍTULO 2.....	37
REFERENCIAL TEÓRICO.....	37
2.1 A Teoria Atômica de Dalton e Thomson	37
2.1.1 A Vida de John Dalton (1766-1844).....	38
2.1.2 A teoria Atômica de Dalton	40
2.1.3 A Vida de Joseph John Thomson (1856-1940)	45
2.1.4 A teoria Atômica de Thomson.....	46
2.2 Os Níveis de Representação do Conhecimento Químico	49
2.3 A Experimentação no Ensino.....	56
2.3.1 A experimentação no Ensino de Ciências.....	56
2.3.2 A Experimentação e o Processo de Formação do Pensamento Científico... 60	
2.3.3 Atividades Experimentais Demonstrativo-Investigativas	61
2.4 Objetivo Geral.....	63
2.5 Objetivos Específicos	63
CAPÍTULO 3.....	65
METODOLOGIA.....	65
3.1 Análise da BNCC e do Currículo em Movimento	65
3.2 Descrição das Estratégias Metodológicas Para Coleta de Dados.....	65
CAPÍTULO 4.....	76
RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.1 Análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e do Currículo em Movimento do Distrito Federal	76

4.2 Organização dos Encontros.....	78
4.2.1 A Teoria Atômica de Dalton (Encontro I).....	78
4.2.2 A Teoria Atômica de Dalton (Encontro II).....	99
4.2.3 A Teoria Atômica de Thomson (Encontro III)	109
4.2.4 A Teoria Atômica de Dalton e Thomson (Encontro IV).....	129
CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICE	143
ANEXOS.....	145

INTRODUÇÃO

Muito se têm abordado nos últimos anos sobre dificuldades enfrentadas no Ensino de Ciências, principalmente no que se trata da apropriação dos conhecimentos científicos pelos estudantes. Muitos autores discutem sobre como encontrar soluções que auxiliem tanto o trabalho do professor de Ciências quanto a aprendizagem do aluno (MORTIMER, MACHADO, ROMANELLI, 2000; GUIMARÃES, 2009; CHASSOT, 2018). Assim, enfatizamos aqui as dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Química em todos os níveis de ensino, em especial no Ensino Fundamental, objeto desta pesquisa.

Silva, Machado e Tunes (2019) relatam que o conhecimento científico é um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados científicos. Os conceitos científicos são construções abstratas que visam retratar a realidade, não sendo, portanto, a própria realidade. Consequentemente, o significado de um conceito científico pode modificar-se ao longo da história.

Mortimer, Machado e Romanelli (2000), Guimarães (2009), Silva, Machado e Tunes (2019) e Chassot (2018) relatam questões bastante discutidas em pesquisas sobre o ensino de Ciências que influenciam na compreensão de conceitos científicos, sendo estas: o currículo, a maneira como os conteúdos são apresentados pelos professores aos alunos, os problemas vivenciados por discentes durante o processo de aprendizagem e a experimentação utilizada equivocadamente. Mortimer, Machado e Romanelli (2000) relatam que nos currículos tradicionais destacam-se, na maioria das vezes, somente aspectos conceituais da Química, apoiados em uma tendência que vem transformando a cultura química escolar em algo completamente desarticulado de suas origens científicas e de qualquer contexto social ou tecnológico. Além de apresentarem muitos conceitos com interrelações dificilmente compreendidas pelos estudantes.

Outra crítica relacionada ao ensino tradicional deve-se ao fato de muitas vezes os discentes serem tratados como ouvintes das informações verbalizadas pelos professores que, geralmente, não as relacionam com os conhecimentos dos alunos (GUIMARÃES, 2009). Para Zanon e Palharini (1995) as dificuldades que os

estudantes têm em aprender Química, em todos os níveis do ensino, surgem, pois muitas vezes eles não percebem o significado do que estudam. Para as autoras, geralmente os conteúdos são apresentados de forma descontextualizada, o que prejudica ainda mais a motivação e o interesse.

A função do ensino de Ciências deveria ser principalmente a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado em sala de aula com o contexto social no qual o aluno está inserido. Também é imprescindível que professores e estudantes reconheçam a Ciência como um processo em construção que detém um papel social, relatam Santos e Schnetzler (1996).

Inclui-se no ensino de Química, para a formação do aluno, a experimentação devido a possibilidade de assumir um caráter investigativo e pedagógico auxiliando na compreensão dos fenômenos químicos, assinalam Santos e Schnetzler (2010). Para Ferreira, Hartwing e Oliveira (2009), a maioria dos discentes apresentam dificuldades para utilizar o conteúdo abordado nas aulas experimentais em situações do cotidiano, pois as realizam em um contexto não significativo. Geralmente o professor não discute fatos como a importância industrial, social e econômica dos produtos envolvidos. Assim, as discussões perante a experimentação ficam apenas na exemplificação dos conceitos e por isso não contribuem para a função social do Ensino de Química.

Para Giordan (1999), o professor exerce um papel fundamental, conduzindo as problematizações socialmente relevantes diante dos conteúdos presentes no currículo de Ciências. Para o autor, o planejamento dos experimentos tem a função de garantir a resolução de uma problemática socialmente relevante, trazendo significado para a aprendizagem. Portanto, o “processo de objetivação do conhecimento, por ser uma necessidade social, deve ser um eixo central da prática educativa” (GIORDAN, 1999, p. 46).

Dentre as discussões apresentadas na literatura quanto ao processo de ensino-aprendizagem no ensino de Ciências, o Modelo Atômico tem papel fundamental, pois é o alicerce da Química (MORTIMER, 1995). Para Chaves, Santos e Carneiro (2014) e Mortimer (1995), os alunos do ensino fundamental e do ensino médio apresentam concepções alternativas sobre os átomos, havendo grandes dificuldades para transitar entre as observações fenomenológicas e as explicações

atomistas, não conseguindo fazer relação entre os Modelos Atômicos e o comportamento da matéria. Melo (2002) aborda que muitos professores não concebem o átomo como uma criação científica, problema que também está presente nos livros didáticos. Muitas vezes os livros são os únicos recursos utilizados pelo professor e, geralmente, não apresentam os Modelos Atômicos como uma construção científica e fazem grande uso das analogias, exaustivamente reprovadas pela literatura quando não utilizadas de forma crítica (LOPES, 1992; ANDRADE, RAZUCK, 2014).

Entender como o conhecimento científico é elaborado faz parte do que significa aprender Ciência. Os estudantes devem compreender que as leis e as teorias que regem a Ciência não são descobertas aleatórias, mas sim feitas a partir de observações da realidade, que possibilitam a construção de modelos e elaboração de leis que possam dar sentido a realidade observada. “A observação da natureza permite ao cientista criar modelos e teorias que devem ser testados, por meio de experimentos ou simulações, para mensurar a extensão da aplicabilidade da teoria desenvolvida” (MELO, NETO, 2013, p. 112). Para os autores é indispensável compreender que a Ciência não é algo neutro e acabado, mas que ela é construída socialmente e está em constante mudança.

“A Química está baseada em modelos, não somente em Modelos Atômicos, mas também moleculares, de reações, matemáticos e essa ideia não é contemplada pelo professor, pela maioria dos livros didáticos e, conseqüentemente, pelo aluno” (MELO, NETO, 2013, p. 112). Apesar de ser a base da Química, alunos e professores têm apresentado concepções inadequadas de modelo. Perceber que “os Modelos Atômicos não são uma descoberta, mas uma criação científica utilizada para explicar e prever o comportamento macroscópico da matéria” (MELO, NETO, 2013, p.114) e que o modelo, geralmente, vem apoiado em experimentos, simulações e cálculos matemáticos e será aceito se, além de conseguir explicar e prever fenômenos, for capaz de resistir a testes é imprescindível para compreensão da Química, salientam Melo e Neto (2013).

Santos e Schnetzler (2010) relatam também que se faz necessário inserir na formação do estudante a articulação entre os níveis do conhecimento químico. Melo e Neto (2013) concordam e ressaltam a necessidade de propiciar a expressão das compreensões dos alunos sobre Modelos Atômicos e a matéria. Dessa forma, o

professor poderá estabelecer estratégias que tornem possível a ampliação da observação macroscópica para o mundo submicroscópico construído na mente. Uma abordagem que ressalta essa passagem do nível macroscópico para o nível submicroscópico e o representacional são os níveis de representação do conhecimento químico apresentados por Johnstone (2009).

Contudo, Chassot (1996a) relata que é comum professores se questionarem sobre qual Modelo Atômico devem ensinar, o autor destaca que isso dependerá da sua utilização, ou seja, para que esses modelos serão utilizados posteriormente. Nessa perspectiva, com aporte na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e no Currículo em Movimento do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018), trabalharemos os Modelos Atômicos de Dalton e Thomson, pois consideramos esses modelos suficientes para uma abordagem dos conteúdos de Ciências no ensino fundamental.

Assim, a pergunta de pesquisa que norteia este trabalho é: Em que perspectiva o uso experimentação pode contribuir para o ensino dos Modelos Atômicos de Dalton Thomson?

As hipóteses para a realização desta pesquisa são:

1 – O uso de experimentos demonstrativo-investigativos pode contribuir para uma melhor aprendizagem por parte dos alunos quanto aos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson;

2 – O emprego dos três níveis do conhecimento químico pode contribuir para uma melhor articulação entre os fenômenos e teorias no estudo dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson.

Diante do exposto, acreditamos que a experimentação relacionada a fenômenos do dia a dia possa contribuir para a compreensão dos modelos atômicos.

A fim de subsidiar a investigação, nos próximos capítulos trataremos um pequeno histórico do ensino de Ciências na educação brasileira e discutiremos sobre a utilização da experimentação no ensino e dos três níveis do conhecimento químico para abordar os Modelos Atômicos de Dalton e Thomson.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica, relatando o aspecto histórico do ensino de Química no Brasil, bem como a importância do ensino de Química na formação do cidadão. Será abordada a importância do estudo de Ciências no Ensino Fundamental, passando por apontamentos sobre a experimentação na educação brasileira e o Currículo de Ciências Naturais dos anos finais do Ensino Fundamental.

1.1 O ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

No que se refere à história do ensino de Química no Brasil, Chassot (1996b) aborda sobre a existência de propostas de mudança no ensino de Química durante todo o período imperial. O autor relata que devido à associação da Química com a mineralogia, ao final do século XVII, o ensino era dedicado a aspectos utilitários, pois a Química vinha sendo aplicada e vinculada às demandas, principalmente pelas práticas industriais. Assim, a mineralogia ganhou destaque, pois a economia brasileira era pautada na extração dos minérios e sua transformação em metais (SILVA, MACHADO, TUNES, 2019).

Outra questão em evidência no início do século XVIII é a abordagem de uma Química exclusivamente orgânica (CHASSOT, 1996b) que teve um notável desenvolvimento a partir da síntese da ureia, em 1828, por Friedrich Wöhler (1800-1882). Sobre a constituição do currículo de Química, Chassot (1996b) aborda três registros trazendo como destaque o primeiro decreto oficial que se refere ao ensino de Química no Brasil: a criação de uma cadeira de Química na Real Academia Militar, no dia 6 de julho de 1810. Também a criação de uma cadeira de Química na Bahia, por intermédio de uma carta do Rei, em 1817, que discutia a importância da Química

na medicina, na cirurgia e na agricultura. Na carta, o rei ressaltava a importância das práticas da Química aplicadas às artes e à farmácia. Rosa e Tosta (2005) refletem que a história da disciplina de Química no Brasil também parece oscilar entre objetivos de ensino voltados para aspectos utilitários e cotidianos e outros centrados em pressupostos técnico-científicos.

Chassot (1996b) enfatiza que o ensino de Química que trazia abordagem mais vinculada à realidade foi esquecido devido à “migração para o ensino de Química livresco e reorientado para o humanismo histórico” (p. 141). O primeiro curso oficial de Química para preparo de técnicos foi oferecido pelo Instituto de Química, fundado no Rio de Janeiro, em 1918, regulamentado pelo Decreto-Lei nº 12.914 de 13 de março de 1918, que determinava que o ensino de Química seria dividido em dois tipos de cursos:

Um, com caráter científico, destinado à formação de profissionais em Química que cursariam as disciplinas de Química Mineral e Orgânica das Escolas de Engenharia, Agricultura e Medicina, e outro, de curta duração, destinado às pessoas leigas em conhecimentos científicos (SILVA, SANTOS, AFONSO, 2006 p. 882).

Ambos os cursos foram extintos em 1921 com a publicação de um novo decreto que não mais considerava o ensino de Química como parte dos objetivos do instituto. Contudo, a profissão de Químico no Brasil passou a ser regulamentada pelo Decreto nº 24.693 de 21 de julho de 1934 (SILVA, SANTOS, AFONSO, 2006).

No Ensino Secundário brasileiro, a Química começou a ser ministrada como disciplina regular somente a partir de 1931, como disciplina integrada das Ciências (MACEDO, LOPES, 2002).

Na legislação (BRASIL, 1931), defendia-se que o objetivo dessa disciplina era fornecer uma noção geral dos fenômenos da natureza e das suas aplicações na vida cotidiana, desenvolvendo o hábito da experimentação e da observação dos fenômenos naturais, a imaginação, o raciocínio e a habilidade de operações práticas. Havia também o objetivo de desenvolver interesses vocacionais (p. 89).

Mencionava-se ainda, no referido decreto, que o ensino deveria ser voltado aos métodos rigorosamente científicos, não se restringindo a nenhuma Ciência seguindo-se uma lógica científica ao desenvolvimento do aluno, atendo-se ao vocabulário técnico e relacionando o conteúdo ao cotidiano do discente (MACEDO, LOPES, 2002). Neste sentido, Pereira e Silva (2009) ressaltam que elementos de caráter humanista foram postos em segundo plano durante esse período, assim, ganharam maior relevância abordagens mais técnicas na educação. Em 11 de agosto

de 1971 foi promulgada a Lei nº 5.692, Lei de Diretrizes e Bases para o 1º e 2º graus, que determinava em seu artigo 4º um núcleo comum no currículo do 1º e 2º graus:

Art. 4º - Os currículos do ensino de 1º e 2º graus terão um núcleo comum, obrigatório em âmbito nacional, e uma parte diversificada para atender, conforme as necessidades e possibilidades concretas, às peculiaridades locais, aos planos dos estabelecimentos e às diferenças individuais dos alunos (BRASIL, 1971).

O núcleo comum foi considerado como o desdobramento mais importante presente na referida lei. A Lei nº 5.692 de 1971 separou nitidamente de um lado, a prévia determinação dos conteúdos que deverão ou poderão integrar os currículos e, de outro, os currículos propriamente ditos (BRASIL, 1971).

A Resolução nº 08, de 1 de dezembro de 1971 do Conselho Federal de Educação, anexa o Parecer nº 853 do mesmo ano, que aborda sobre o núcleo comum para os currículos do ensino de 1º e 2º graus, definindo os objetivos e a amplitude. O Parecer nº 853/71 apresenta em seu artigo 1º que o núcleo comum a ser incluído obrigatoriamente nos currículos plenos do ensino de 1º e 2º graus abrangeria as seguintes matérias: Comunicação e Expressão; Estudos Sociais e Ciências (BRASIL, 1971). A forma como deve ser ministrado o ensino de Ciências é apresentada na resolução nº 08 de 1971:

No início da escolarização, as Ciências (p. ex.) só podem ser tratadas em termos de atividades, isto é, como vivência de situações e exercícios de manipulação para explorar a curiosidade, que é a pedra de toque do método científico. Sempre que oportuno, essas experiências já podem ser objeto de uma incipiente sistematização partida mais do aluno que do professor, embora sob a direção estimulante deste último. À medida que se esboçam certos setores ainda não claramente individualizados e tais sistematizações se tornam mais frequentes, pelo amadurecimento natural do educando, já temos a área de estudo (Ciências Exatas e Biológicas, p. ex.); e nessa progressão se chegará à predominância do sistemático sobre o ocasional, com visão cada vez mais nítida de cada subárea (Matemática, Física, Química, Biologia, p. ex.) ou disciplina (CHAGAS, 1993, p. 391).

Pelo exposto compreende-se a inserção da Química no ensino de Ciências no 1º e 2º graus. Porém mesmo tendo sua abordagem inserida em todo o ensino regular, percebe-se que neste período a abordagem tecnicista da Química apresentava-se ainda mais relevante do que a própria inserção da Química no ensino escolar (BEJARANO, CARVALHO, 2000).

O período da década de 1970 até o final do século XX foi caracterizado por inúmeras mudanças no ensino brasileiro, como a promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) nº 9.394 de 1996, o lançamento

do Programa de Reforma do Ensino Profissionalizante pelo Ministério da Educação (MEC), a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) surgem como uma proposta de orientação curricular, da Secretaria de Educação Fundamental do Ministério da Educação e do Desporto, às secretarias de educação, escolas, instituições formadoras de professores, instituições de pesquisa, editoras e a todas as pessoas interessadas em educação, dos diferentes estados e municípios brasileiros (BRASIL, 1998).

Atualmente, legitimada pelo Pacto Interfederativo, nos termos da Lei nº 13.005 de 2014, que promulgou o Plano Nacional de Educação (PNE) entrou em vigor a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que foi publicada no ano de 2018. A BNCC é um documento de caráter normativo. Nela apresenta-se a definição do conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a assegurar seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2018). Na BNCC destaca-se a importância do ensino de Ciências.

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum (BRASIL, 2018, p. 323).

Santos e Schnetzler (2010) salientam que não há necessidade dos cidadãos terem conhecimentos tão específicos em Química para que vivam melhor em sociedade, podendo esses serem importantes para seu enriquecimento cultural. Nesse sentido, discutiremos a seguir a importância do papel do ensino de Química para a formação do cidadão.

1.1.1 O ENSINO DE QUÍMICA E A FORMAÇÃO CIENTÍFICA DO CIDADÃO

Guimarães (2009) defende que a criação de problemas reais e concretos pode contribuir para a formação do conhecimento científico, concordando com Chassot (2018) que ressalta que a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento. Chassot (2018) traz que é responsabilidade daqueles que fazem educação por intermédio da Química encontrarem alternativas para um maior desenvolvimento da disciplina e da sua importância social no mundo atual. É necessário além de divulgar os benefícios trazidos pela Química à sociedade, fazer uma análise crítica das suas interferências no meio ambiente.

Nessa perspectiva, Santos e Schnetzler (2010) enfatizam que preparar o estudante para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas, necessárias para sua participação efetiva na sociedade em que vive, é o objetivo central do ensino de Química para formar o cidadão. É fundamental que os estudantes detenham informações básicas em Ciência e possam desenvolver a capacidade de julgar o que observam na sociedade no que se referem às questões e informações científicas.

No que tange ao ensino de Química, mas também pode ser expandido para as demais áreas das Ciências Naturais em todos os níveis de educação, seja fundamental, médio ou ensino superior, Chassot (2018) apresenta três perguntas: Por que ensinar? Como ensinar? O que ensinar? O autor relata a observância de um ensino asséptico, abstrato, dogmático, a-histórico e avaliado de uma maneira estigmatizada, características observadas nos diferentes tipos de ensino, podendo creditar à essas características uma significativa contribuição para um ensino inadequado que não promove a aprendizagem dos estudantes. Destaca-se ainda outro complicador no ensino de Química: geralmente se ensina no ensino médio essa ciência apenas para preparar os estudantes para os exames e avaliação que possibilitam o ingresso às universidades. Por outro lado, se ensina Ciências no ensino fundamental para preparar os estudantes para o ensino médio, no entanto, é primordial compreender que cada grau do ensino se conclui em si não se limitando a um caráter introdutório.

Fazer educação por meio da Química significa um continuado esforço em colocar a ciência a serviço da vida na interdisciplinaridade e no intercâmbio entre as

áreas das Ciências (CHASSOT, 2018). Santos e Schnetzler (1996) defendem que a educação para a cidadania é uma função primordial da educação básica nacional.

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, condição essa enfatizada pelos educadores como sendo essencial para o ensino em estudo. Além disso, os temas químicos permitem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (p. 30).

A inclusão no conteúdo programático desses temas químicos sociais aponta para a importância dos alunos compreenderem os processos químicos que acontecem no cotidiano, avaliarem as implicações sociais das aplicações da química e perceberem a química no meio em que estão inseridos, ressaltam Santos e Schnetzler (1996).

Santos e Schnetzler (2010) salientam que visto que a cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade, é necessário que o cidadão possa ter uma concreta participação na mesma e que ele disponha de informações que estão vinculadas aos problemas sociais que o afetam. É importante, portanto, que no ensino de Química se incluam essas questões. É imprescindível que o cidadão se posicione criticamente na sociedade, no entanto, não precisa ter conhecimentos tão específicos de Química, como classificar e nomear as substâncias empregadas no dia a dia. Segundo os autores, a Química não pode ser ensinada com um fim em si mesma, pois dessa maneira fugiríamos da finalidade maior da Educação Básica que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade, como previsto na BNCC. A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que ela seja compreendida como empreendimento humano e social (BRASIL, 2018).

Ressaltamos aqui a importância do exposto até o momento também no ensino fundamental. Fumagalli (1998) relata que dentre as diversas discussões que poderiam responder sobre a importância de se ensinar Ciências no ensino fundamental destacam-se: o direito das crianças de aprender Ciências; o dever social obrigatório da escola fundamental como sistema escolar de divulgar conhecimentos científicos ao conjunto da população, e o valor social do conhecimento científico. Assim os

estudantes poderão se apropriar de conhecimentos amplos sobre o mundo que as cerca.

Assim, se torna fundamental analisar e discutir como vem sendo abordados os conteúdos de Ciências nos anos finais do ensino fundamental tanto no currículo nacional como no currículo do Distrito Federal, assunto que será abordado a seguir.

1.2 O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS NATURAIS

O Ensino de Ciências começou a fazer parte do Currículo Nacional pela Lei nº. 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961. Pela referida Lei ampliou-se a disciplina de Ciências no currículo escolar, passando a ser ministrada desde o 1º ano do então curso ginásial (atual Ensino Fundamental). No curso colegial (atual Ensino Médio), houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia. Reforçou-se a crença de que essas disciplinas exerceriam a “função” de desenvolver o espírito crítico com o exercício do “método científico” (KONDER, 1998).

A BNCC versa sobre a importância do ensino das diversas áreas das Ciências já nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Nesse período, as crianças já vivenciam fenômenos, transformações e recursos tecnológicos no seu dia a dia. Assim, no Ensino Fundamental, os alunos possuem vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o mundo natural e tecnológico que devem ser valorizados e trabalhados nesse período (BRASIL, 2018).

Tanto na BNCC quanto no Currículo em Movimento do DF discute-se a importância das Ciências na vida do estudante:

O processo formativo em Ciências deve fornecer subsídios para que os estudantes interpretem fatos, fenômenos e processos naturais e compreendam o conjunto de aparatos e procedimentos tecnológicos do cotidiano doméstico, social e profissional, tornando-se, assim, capazes de tomar decisões conscientes e se posicionarem como sujeitos autônomos e críticos (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 206).

É preciso oferecer oportunidades para que os alunos envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar “momentos de investigação, possibilitando-lhes exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais

colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico” (BRASIL, 2018, p. 331), não apenas apresentando aos alunos o conhecimento científico sem nenhuma relação com seu dia a dia (BRASIL, 2018). Quanto às unidades temáticas, o objeto de conhecimento e habilidades das Ciências da Natureza nos Anos Finais do Ensino Fundamental, destaca-se na BNCC:

Nos anos finais do Ensino Fundamental, a exploração das vivências, saberes, interesses e curiosidades dos alunos sobre o mundo natural e material continua sendo fundamental. Todavia, ao longo desse percurso, percebem-se uma ampliação progressiva da capacidade de abstração e da autonomia de ação e de pensamento, em especial nos últimos anos, e o aumento do interesse dos alunos pela vida social e pela busca de uma identidade própria. Essas características possibilitam a eles, em sua formação científica, explorar aspectos mais complexos das relações consigo mesmos, com os outros, com a natureza, com as tecnologias e com o ambiente; ter consciência dos valores éticos e políticos envolvidos nessas relações; e, cada vez mais, atuar socialmente com respeito, responsabilidade, solidariedade, cooperação e repúdio à discriminação (BRASIL, 2018, p. 343).

É importante motivar os estudantes com desafios cada vez mais abrangentes, o que permite que os questionamentos apresentados a eles, assim como os que eles próprios formulam, sejam mais complexos e contextualizados (BRASIL, 2018). No entanto, algumas críticas são apresentadas quanto à maneira que o conteúdo de Ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental vem sendo discutido no currículo nacional.

No que se refere à proposta curricular na área de Ciências da Natureza, podemos dizer que está, tradicionalmente, associada ao desenvolvimento de práticas disciplinares (de Biologia, Física e Química) nos ensinos médio e/ou superior, enquanto, no ensino fundamental, essa área se limita, em grande parte, às Ciências Biológicas (JÚNIOR, CAVALCANTE, OSTERMANN, 2020, p.143).

Mesmo com as mais diversas legislações e mudanças que vêm acontecendo na educação brasileira no decorrer dos anos, é fundamental ressaltar que o currículo de Ciências Naturais do Ensino Fundamental ainda é insuficiente para a formação científica do estudante. Júnior, Cavalcante e Ostermann (2020) relatam que dentre os redatores do Currículo de Ciências Naturais, apenas 16% são da área das Ciências da Natureza e apenas uma redatora é responsável pela Física. Outra questão de fundamental importância é que nenhum dos redatores têm formação inicial nem especialização na área da Química.

Para os autores, a nova BNCC não traz nenhuma diretriz realmente nova para a educação, apenas reforça perspectivas curriculares tradicionais. Outra questão importante está na abordagem do documento quando afirma que as áreas de Química

e a Física terão a mesma relevância que a Biologia, pois a análise apresentada pelos autores mostra que as Ciências Biológicas continuam sendo a disciplina central, mesmo que as outras tenham ganhado mais importância. Em resumo, a BNCC traz visões de mundo que privilegiam as Ciências Biológicas no ensino de Ciências da Natureza para os anos finais do ensino fundamental (JÚNIOR, CAVALCANTE, OSTERMANN, 2020).

Costa, Passerino e Zaro (2012) salientam que a compreensão de conceitos químicos no Ensino de Ciências não é tarefa fácil. A natureza submicroscópica, por ser abstrata, costuma provocar entre os estudantes dificuldades na aprendizagem das diversas leis e conceitos químicos. Existe também o fato da linguagem química ser essencialmente simbólica, o que também demanda a abstração.

É perceptível que aprender Ciências traz grandes benefícios para o indivíduo e para a sociedade. No entanto, a aprendizagem da Química se torna um pouco mais complexa devido à sua abstração e o pouco destaque da disciplina no Ensino Fundamental se torna mais um complicador. Surgem então discussões sobre como contribuir com o ensino dessa disciplina. Um recurso possível é a experimentação sendo trabalhada de maneira contextualizada. Assim, discutiremos na sessão a seguir a experimentação na educação brasileira e como ela vem sendo trabalhada ao longo do tempo.

1.3 A EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

“Aprender é um processo ativo de reagir a certas coisas, selecionar reações apropriadas e fixá-las depois no organismo. Não se aprende, por simples absorção” (TEIXEIRA, 1971, p. 43).

Conhecer o contexto histórico da educação brasileira, discussões do passado e atuais sobre a experimentação se torna fundamental para as discussões que trataremos neste capítulo sobre a importância da experimentação quando bem conduzida. Chassot (1996b) relata a pouquíssima história do ensino no Brasil pré-colonial bem como no Brasil Colônia. Para o autor, a quase inexistente história que trata sobre a educação no Brasil deve-se ao fato de que o ensino na época era bastante informal, além do ensino oficial ser excessivamente disciplinado pela Coroa

Portuguesa. No que tange a experimentação no ensino de Química, documentos oficiais como o Estatuto da Universidade de Coimbra (1772), citado por Dias (1998) trazem a importância da aula prática:

Como as Lições Teóricas nesta Ciência [Química] não podem ser bem compreendidas, sem a prática delas; deverá o Professor (...) [dar] as Lições competentes de Prática no Laboratório; nas quais não fará dos seus Discípulos meros espectadores; mas sim os obrigará a trabalhar nas mesmas Experiências, para se formarem no gosto de observarem a Natureza; e de contribuírem por si mesmos ao adiantamento, e progresso nesta Ciência. A qual não se enriquece com sistemas vãos, e especulações ociosas, mas com descobrimentos reais, que não se acham doutro modo senão observando, experimentando e trabalhando. O Lente será por isso obrigado a dar por si mesmo aos seus discípulos exemplo do trabalho, e consciência, que se requerem no Observatório da Natureza Estatutos da Universidade de Coimbra (1772) (DIAS, 1998, p.3).

Provavelmente um dos pioneiros da Educação Química brasileira tenha sido Conde da Barca, que contribuiu para uma contextualização da educação no Brasil entre os séculos XVIII e XIX (CHASSOT, 1996b).

Antônio de Araújo de Azevedo, o conde da Barca, foi um homem excepcional, que aliava a sabedoria dos livros à arte da diplomacia e aos interesses políticos e econômicos, a quem se deve a criação de uma cadeira de Química (JUNQUEIRA, 2018). Em 28 de janeiro de 1817, pouco antes de sua morte, Azevedo ainda foi autor das instruções da criação de uma cadeira de Química na Bahia, onde indica o livro “Filosofia Química” de Antoine François Fourcroy (1755-1809) (SANTOS, 2004).

Assim, Chassot (1996b) e Silva, Machado e Tunes (2019) relatam que, no Brasil, o trabalho experimental foi trazido pelos portugueses, no entanto, era um ensino dedicado a aspectos utilitários, fazendo uma associação do conhecimento teórico às atividades, o que se deve ao contexto socioeconômico da época.

No que tange a experimentação no ensino de Ciências, as reformas educacionais brasileiras já davam ênfase à experimentação e ao uso de laboratórios para as aulas de ciências no início do século XX. Em 15 de outubro de 1927, Francisco Campos promulgava o decreto 7.970, Reforma do Ensino Primário, Técnico-profissional e Normal, em Minas Gerais. Já em 22 de outubro do mesmo ano, Fernando de Azevedo apresentava o anteprojeto da reforma de educação para os mesmos níveis ao Conselho Municipal, no Distrito Federal, Rio de Janeiro, capital da República brasileira.

“Aprender a ver, a observar, é a arte de mais difícil aprendizagem e condição essencial a atividades inteligentemente orientadas” (AZEVEDO, 1927 citado por

VIDAL, 1994, p.24). Até então, a escola tinha como principal atividade pedagógica a observação. O discurso da Escola Nova iria em direção oposta ao ensino verbal, pois afirmava que a aprendizagem não acontecia pela memorização de fatos e processos, mas pela compressão destes. Desse modo, de auditório, a escola passava a ser um laboratório, prevalecia o experimentalismo, principalmente na Física, ressalta Vidal (1994).

A experimentação foi introduzida oficialmente no ensino de Química pela Lei Francisco Campos de 1931, que seria cada vez mais destacada pelos legisladores bem como pelos educadores, principalmente pelos reflexos da Escola Nova. O ponto de partida para a Escola Nova estava apoiado numa nova didática: a observação e a experimentação. O aluno aprende a observar e logo a experimentar destacam Sicca (1996) e Silva, Machado e Tunes (2019).

No entanto, sobre o que retrata a Reforma Francisco Campos de 1931, Sicca (1996) ressalta que a Lei determinava que o ensino de Química precisava ser orientado pelos preceitos do método experimental, na época traduzido como indutivo. Entretanto, os experimentos propostos em sala de aula iam em direção oposta à utilização do método experimental, ou seja, o laboratório era um local que o professor podia fazer demonstrações para ilustrar os conceitos anteriormente trabalhados. O ensino de Física e Química eram então puramente teóricos, apenas com experimentações demonstrativas.

Em julho de 1937, foi realizado o III Congresso Sul-Americano de Química, o ápice da referida sessão foi a discussão sobre a experimentação no ensino secundário de Química, relata Sicca (1990). Em 1942 foi decretada a Reforma do Ensino Secundário pelo então ministro Gustavo Capanema. O ensino médio era técnico ou acadêmico, as escolas técnicas tinham o objetivo de criar condições que assegurassem maior produtividade no setor industrial. Já a escola secundária tinha finalidade de educar a elite, assim, Sicca (1990) enfatiza que de acordo com Capanema, o propósito do ensino secundário era a função educativa que visava inserir o adolescente na elite que conduzia o país.

Referindo-se às questões pedagógicas, a Reforma Capanema tinha influência do educador americano John Dewey, que valoriza o fazer por parte do aluno, nessa perspectiva o ensino deveria estar próximo à realidade do aluno, a escola deveria adotar uma metodologia ativa na qual se incluem atividades experimentais, destacam

Silva, Machado e Tunes (2019). No tocante ao ensino de ciências, entretanto, as instruções metodológicas mais adotadas nesse período foram da Reforma Francisco Campos 1931, tendo as metodologias da Reforma Capanema utilizadas principalmente após o fim do Estado Novo, com respectivas formulações (SICCA, 1990).

Enquanto a Reforma Francisco Campos de 1931 trazia como destaque que o ensino de Química deveria ser guiado pelos princípios do método científico, de modo que as instruções metodológicas prescrevessem demonstrações a serem desenvolvidas pelos alunos. A Reforma Capanema de 1942, ao ordenar o desenvolvimento do espírito científico, considerava que o aluno deveria discutir e verificar, ver e fazer, deslocando assim a ação para ele, visando o ensino interessante e ativo (SICCA, 1990).

Notamos que de acordo com os relatos apresentados, o que vinha acontecendo no ensino de Química não teve nenhuma mudança significativa, considerando o modo como a experimentação foi inserida no ensino secundário de Química, no período de 1930 a 1945: sendo apenas incorporada à prática docente e nos livros didáticos como demonstrações realizadas pelos professores. Assim, nesse período foram apenas criadas condições para que as experimentações acontecessem (SICCA, 1990).

No período de 1945 a 1964 ocorreram as lutas pela elaboração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira promulgada apenas em 20 de dezembro de 1961, e a Campanha de Defesa da Escola Pública. A Portaria nº 1.045, de 14 de dezembro de 1951, expede os planos de desenvolvimento dos programas mínimos de ensino secundário e respectivas instruções metodológicas. No que se referem às instruções metodológicas para execução do programa de Química, ressalta-se que esse ensino deve ter finalidade não apenas da aquisição dos conhecimentos que constituem esta Ciência, mas também, como finalidade educativa de particular interesse formação do espírito científico (BRASIL, 1951, p. 76).

Ainda nessa LDB foi promulgada a obrigatoriedade do ensino de Ciências nas quatro últimas séries do ensino fundamental (antigo Ginásio). Schnetzler (1980) e Sicca (1990), porém, abordam que apesar dos movimentos voltados à inovação no ensino de Ciências com foco na investigação, na participação ativa dos alunos e no raciocínio lógico, as aulas eram predominantemente expositivas. Nem mesmo os

livros didáticos adotavam esse movimento de inovação, mesmo seguindo rigorosamente o programa oficial.

Em nível mundial, no que concerne aos países da Europa e os Estados Unidos, a experimentação era considerada essencial para o sucesso do ensino dos princípios fundamentais. Nesse período foram desenvolvidos grandes projetos para a melhoria do ensino de Química, que acabaram influenciando a educação brasileira: *CHEM Study* (1959) – *Chemical Education Material Study* (Química, uma Ciência Experimental); *CBA* (1957) – *Chemical Bonding Approach* (Química – Sistemas Químicos), tais projetos foram introduzidos no Brasil no início da década de 1960 (SICCA, 1990, SILVA, MACHADO, TUNES, 2019; BORGES, IMHOFF, BARCELLOS, 2015).

Silva, Machado e Tunes (2019) ressaltam que esses projetos foram de grande influência na elaboração de materiais didáticos de ensino de Ciências no Brasil. Onde antes se tinham demonstrações realizadas pelo professor, agora, o professor teria o papel de orientar, auxiliando o aluno na formação de novos conceitos. Esses projetos tinham como hipótese que o ensino prático conduziria os alunos aos fundamentos conceituais. E eles tiveram grande influência na produção de materiais didáticos no Brasil entre as décadas de 1960 e 1990.

Em 11 de Agosto de 1971, pela lei 5.692, foi instituída a segunda Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que instituiu também a profissionalização obrigatória na escola do 2º grau. No mesmo ano, em 1º de dezembro foi publicada a Resolução nº 853 que em seu artigo 3º, alínea c, destaca que nas Ciências o ensino visará: o desenvolvimento do pensamento lógico e a vivência do método científico e de suas aplicações. Com a obrigatoriedade da profissionalização, as condições anteriormente oferecidas para a realização da experimentação foram deterioradas. Nem todas as escolas dispunham de laboratórios equipados, além disso houve redução do número de aulas de química (SICCA, 1990).

Nesse sentido, a autora ressalta que esses acontecimentos distanciaram a prática escolar do proposto pela legislação. Predominou nesse período a apresentação de conhecimentos científicos prontos, expressos geralmente através dos seus resultados. Quando utilizada, a experimentação consistia apenas em realizar experiências seguindo roteiros traçados pelos professores, objetivando assim,

principalmente, a confirmação dos conhecimentos adquiridos, sendo considerados experimentos descontextualizados.

Uma característica dos materiais produzidos à época foi a manutenção dos conteúdos teóricos dos projetos CBA e CHEM Study, tendo sido retiradas integralmente as atividades experimentais, característica dos livros didáticos do país, até o surgimento do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) salientam Silva, Machado e Tunes (2019).

Atualmente, o PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) informa dentre os critérios para a escolha do livro didático a presença de atividades experimentais investigativas. Apresenta-se que a experimentação investigativa traz grandes vantagens: maior participação e interação dos estudantes entre si e com os professores, melhor compreensão por parte dos alunos da relação teoria/experimento, o levantamento de concepções prévias dos alunos, o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio da formulação e teste de hipóteses, dentre outras. No entanto, isso não depende somente do livro didático, mas também da formação do professor para utilizar a experimentação de forma que as atividades sejam eficazes na aprendizagem quando utilizada de forma correta, destacam Izaias, Melo e Pinto (2015).

Nessa mesma perspectiva, Güllich e Silva (2013) ressaltam que o modelo científico para a experimentação utilizado nos livros didáticos apresenta uma Ciência reproducionista, pois faz com que os conhecimentos sejam sinônimos de cópia, de verdades absolutas, desconsiderando a produção de sentidos e significados necessários à aprendizagem fazendo com que a experimentação seja reprodução de teoria. Objetivando utilizar a experimentação de forma investigativa, a seguir abordaremos o referencial teórico fundamental para a realização desta pesquisa.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico que deu suporte para a realização desta pesquisa. A começar com uma breve abordagem histórica dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson, discutindo as vantagens da experimentação demonstrativo-investigativa no ensino de Ciências e finalizando com a explanação dos Três Níveis do Conhecimentos Químico.

2.1 A TEORIA ATÔMICA DE DALTON E THOMSON

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2018) destaca-se que a História da Ciência oferece aos alunos informações e condições de debate nas áreas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Matthews (1995) ressalta que a história, a filosofia e a sociologia ajudam na realização de uma abordagem contextualizada da Ciência, englobando contextos éticos, sociais, históricos, filosóficos e tecnológicos.

Nessa perspectiva, é importante para realização desta pesquisa voltar um pouco no tempo e fazer uma releitura histórica a fim de perceber em que contexto os autores das referidas teorias estão inseridos. Reconhecer e discutir os textos escritos pelos autores à época para compreendermos a relevância desses estudos também se faz necessário. Para tanto, apresentamos a seguir um breve relato da Teoria Atômica de Dalton e Thomson e uma breve história de suas vidas.

2.1.1 A VIDA DE JOHN DALTON (1766-1844)

Dalton Nasceu num vilarejo em Eaglesfield (Inglaterra) próximo à Cockermouth em Cumberland situado longe dos centros urbanos. Seu pai foi tecelão de lã. Vinha de uma família modesta (não pobre) que possuía uma pequena propriedade. Ambos os pais eram *Quakers*¹, seita da qual fez parte durante toda a sua vida.

Não há registro do seu nascimento. A data de 6 de setembro de 1766 foi recuperada muito depois, através da memória dos vizinhos de seus pais. Seu pai ensinou-lhe aritmética e navegação. Aos dez anos recebia aulas de matemática por Elihu Robinson um *Quaker* rico de realizações científicas, quem provavelmente contribuiu com o interesse de Dalton pela meteorologia.

Naquela época Dalton frequentava uma escola mantida por John Fletcher. Diziam que como aluno ele não era brilhante, no entanto, era dedicado e perseverante, especialmente em matemática. Quando Fletcher se aposentou, Dalton (então com doze anos) montou uma escola, primeiro em um celeiro e depois na casa de reunião dos *Quaker*, a escola foi fechada em 1780. Em 1781 se tornou assistente em uma escola em Kendal, onde permaneceu até 1785, data da aposentadoria do diretor, seu primo George Bewley. Dalton ensinava Grego, Latim, Francês, Matemática e Inglês tendo aprendido através de muito estudo com encorajamento e ajuda do Mr. John Gough (1757-1825), um *Quaker* cego de Kendal de grandes realizações intelectuais (PARTINGTON, 1962).

Entre 1784 e 1794 participou de dois periódicos renomados, um no qual contribuiu com soluções para problemas matemáticos publicados no *Gentleman's Diary* que lhe garantiu alguns prêmios e outro com respostas científicas gerais para o *Ladie's Diary*, ambos periódicos destinados ao público leigo.

¹ Os *Quakers*, em português "Quacre" são uma seita cristã, "A Sociedade dos Amigos", originada na Inglaterra em meados do século XVII. Seus chefes iniciais eram quase exclusivamente pequenos proprietários rurais e artesãos nortistas. Surgiram em meio a anseios por liberdade. Os primeiros quakers compartilhavam suas crenças a respeito de Deus, do diabo e da ressurreição. Os quacres queriam que a vida fosse melhor, mais honesta; queriam pôr fim às falcatruas e trapaças do mercado, insistindo em que o seu sim era sim, o seu não era não. Diferente de outras seitas radicais do período, o quakerismo sobreviveu, caracterizando-se como um grupo com hábitos próprios (HILL, 1987).

Em 1792, Dalton teria afirmado que a aurora boreal é um fenômeno magnético governado pelo magnetismo da Terra. Ele estudou zoologia e botânica e ministrou dois cursos de filosofia natural, sendo que o segundo incluía algumas palestras sobre a Química dos gases. Já em 1793, por recomendações de Gough ao Dr. Barners, foi nomeado tutor de matemática e filosofia natural no *New College* em Manchester. Além disso ensinou Química em 1794 tendo como texto base o livro *Tratado Elementar de Química* de Lavoisier. Dalton permaneceu o resto de sua vida em Manchester, relata Partington (1962).

Todavia, o que influenciou Dalton no estudo da Química fora seu interesse em explicar fatores meteorológicos. Assim, com base na tecnologia disposta à época, Dalton procurou desenvolver uma teoria atômica para explicar os fenômenos e mudanças de estados físicos observados na meteorologia. O autor traz à esta discussão elementos como calor de atração e repulsão entre os corpúsculos (MELZER, AIRES, 2016).

A convite de Robert Owen em 1794 entra para a Manchester *Literary and Philosophical Society*, fundada em 1789 onde foi secretário em 1800, Vice-presidente em 1808 e Presidente de 1817 até sua morte em 1844. Ele renunciou ao cargo no *New College* em junho de 1800; sustentou-se pelo resto da vida dando aulas particulares e alguns cursos de palestras, e fazendo alguns trabalhos de consultoria, ao mesmo tempo em que fazia pesquisas.

Partington (1962) destaca que Dalton nunca relatava que seu trabalho de ensino interferia em sua pesquisa, dizia que "ensinar era uma espécie de recreação e, se fosse mais rico, provavelmente não gastaria mais tempo pesquisando do que estava acostumado" (p.758). Como experimentador, ele foi autodidata. A crueza de seus resultados analíticos foi superestimada e muitos deles são extremamente precisos. No difícil campo da análise de gases, ele obteve resultados muito bons. Além disso, provavelmente, nunca instituiu um único experimento sem um objeto claramente pré-concebido.

Em 1824 lecionou para estudantes de medicina na Escola de Medicina na Pine Street. Teve uma boa saúde até quase os setenta anos, mas em 1837 teve um ataque de paralisia, da qual se recuperou parcialmente. No dia de 27 de julho de 1844 às 6 horas da manhã fez uma anotação em seu diário: "pouca chuva neste dia", a

última palavra sendo escrita debilmente; logo depois foi encontrado morto. Dalton nunca se casou (ele dizia nunca ter encontrado tempo) (PARTINGTON, 1962).

2.1.2 A TEORIA ATÔMICA DE DALTON

Em seus primeiros dias em Cumberland, Dalton começou a estudar o ar e a água. Dalton se interessou pelos estudos da composição da atmosfera, e, por meio de experimentos para investigá-lo e por meio da continuação desses estudos que chegou à sua teoria atômica. Com base em seus estudos e de outros pesquisadores, como Newton e Boyle, Dalton sugeriu que os gases da atmosfera estão misturados e não quimicamente combinados (PARTINGTON, 1962; VIANA, PORTO, 2007; 2009; NASH, 1956). Fato percebido no relato de Dalton (1802) “When two elastic fluids, denoted by A and B, are mixed together, there is no mutual repulsion amongst their particles; that is, the particles of A do not repel those of B, as they do one another” (p. 540).

No entanto a teoria de Dalton sobre a composição da atmosfera não estava isenta de críticas. John Gough, ex-professor de Dalton em Kendal, criticou seus princípios como sendo aleatórios, já, William Henry (1774-1836) achou a teoria de Dalton muito esclarecedora. Contudo, William Henry pôde a partir da primeira teoria das misturas gasosas compreender a relação entre a pressão exercida por um gás e sua solubilidade em um líquido (a denominada lei de Henry). (VIANA, PORTO, 2007; 2009).

Entre os anos 1802 e 1803, Dalton e Henry dedicavam tempo à realização de experimentos embasados na solubilidade de gases em água. Dalton investigava a solubilidade dos gases, baseando-se na sua primeira teoria das misturas gasosas, já Henry se preocupava com a produção de água gaseificada salientam Viana e Porto (2007; 2009).

O cientista usava materiais baratos e aparelhos simples. As observações meteorológicas foram iniciadas em Kendal (onde ele teve amplas oportunidades para estudar as chuvas) no ano de 1788 (PARTINGTON, 1962).

Como Dalton chegou à sua Teoria Química Atômica de 1803? Essa questão não é tão simples de ser respondida, por alguns motivos: das palestras e notas de

laboratório de Dalton, encadernadas em 12 volumes que haviam sido preservadas na *Manchester Literary and Philosophical Society*, algumas desapareceram e o resto se perdeu quando as instalações da Sociedade e seu conteúdo foram destruídos. Essa destruição foi resultado do Ataque aéreo alemão na noite de 23-24 de dezembro de 1940 (durante a Segunda Guerra Mundial). Assim os historiadores em Ciências possuem grande dificuldade de organizar os relatos de Dalton. Outra questão é a maneira não cronológica como Dalton apresenta seus trabalhos, relata Partington (1962).





































Partington (1962) salienta que essa difícil questão foi muito discutida e algumas das sugestões foram consideradas. Em 6 de setembro (seu aniversário) de 1803, Dalton fez anotações em seu caderno, onde apresenta a primeira tabela conhecida de pesos atômicos, além de trazer explícita ou implicitamente, os seguintes princípios:

- I - A matéria consiste em pequenas partículas ou átomos finais.
- II - Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados ou destruídos (lei da indestrutibilidade da matéria ou da conservação da massa).
- III - Todos os átomos de um dado elemento são idênticos e têm o mesmo peso invariável.
- IV - Os átomos de elementos diferentes têm pesos diferentes.
- V - A partícula de um composto é formada por um número fixo de átomos de seus elementos componentes (lei das proporções fixas).
- VI - O peso de uma partícula composta é a soma dos pesos de seus átomos constituintes.
- VII - Se mais de um composto de dois elementos é conhecido, o número de átomos de cada elemento nas partículas compostas está na proporção de números inteiros (lei das proporções múltiplas).
- VIII - O peso de um átomo de um elemento é o mesmo em todos os seus compostos, de modo que a composição de um composto de dois elementos A e C pode ser deduzida das composições de compostos de cada um com um terceiro elemento b (lei das proporções recíprocas). Dalton usou isso para encontrar a composição de óxido nítrico (NO) de amônia (NH) e água (HO).
- IX - Se apenas um composto de dois tipos de átomos A e B é conhecido, ele é, a menos que haja alguma razão em contrário, $A + B$. Se houver mais de um composto, um é $A + B$ e o outro $2A + B$ ou $A + 2B$ e assim por diante.
- X - Se os números de átomos m e n de dois elementos em uma partícula de um composto $mA + nB$ forem assumidos, os pesos relativos dos átomos podem ser calculados a partir da razão dos pesos mA/nB dos elementos encontrados na análise.
- XI - Volumes iguais de gases diferentes na mesma temperatura e pressão não podem conter o mesmo número de partículas finais, uma vez que o vapor de água, cuja partícula deve conter pelo menos um átomo de oxigênio, é mais leve que o gás oxigênio (PARTINGTON, 1962, 784-786, tradução nossa).

Essas declarações, que contêm toda a teoria química atômica de Dalton, foram feitas entre setembro e outubro de 1803 e permaneceram inalteradas em todas as publicações posteriores.



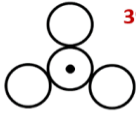
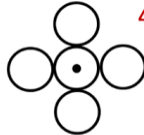
A representação simbólica das composições de compostos usados 'lei do símbolo' continha implicitamente as leis das proporções definidas, múltiplas e recíprocas. Porém não há declarações verbais dessas leis. Foi afirmado que a 'lei das proporções constantes' seria um nome melhor do que a 'lei das proporções definidas' e que uma outra 'lei das proporções compostas' (VI) é necessária, afirmando que o peso de combinação de um composto é a soma dos pesos combinados de seus componentes, o que não decorre das outras leis de combinação química (PARTINGTON, 1962). Dalton (1808) concebeu símbolos para representar elementos simples (Quadro 1) e compostos (Quadro 2).




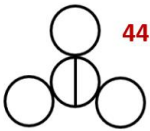
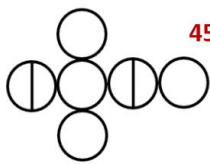




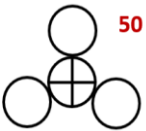










Quadro 1: Representação de Dalton para os elementos simples

ELEMENTOS SIMPLES								
1  Oxigênio	2  Hidrogênio	3  Nitrogênio	4  Carbono	5  Enxofre	6  Fósforo	7  Ouro	8  Platina	9  Prata
10  Mercúrio	11  Cobre	12  Ferro	13  Níquel	14  Estanho	15  Chumbo	16  Zinco	17  Bismuto	18  Antimônio
19  Arsênio	20  Cálcio (Cal)	21  Manganês	22  Urânio	23  Tungstênio	24  Titânio	25  Cério	26  Potássio	27  Sódio
28  Cálcio	29  Magnésio	30  Bário	31  Estrôncio	32  Alumínio	33  Silício	34  Ítrio	35  Berílio	36  Zircônio

Fonte: Adaptado de Dalton (1808) p. 361

Quadro 2: Representação de Dalton para os elementos compostos

ELEMENTOS COMPOSTOS			
Oxigênio com Hidrogênio			
37  Água	38  Ácido fluorídrico	39  Ácido muriático	40  Ácido oximuriático

Oxigênio com Nitrogênio				
41 	42 	43 	44 	45 
Gás nitrogênio	Óxido nitrogênio	Ácido nítrico	Ácido oxinítrico	Ácido nitroso
ELEMENTOS COMPOSTOS				
Oxigênio com Carbono e Enxofre				
46 	47 	48 	49 	50 
Óxido Carbônico	Ácido carbônico	Óxido sulfuroso	Ácido sulfuroso	Ácido sulfúrico
Oxigênio com Fósforo		Hidrogênio com Oxigênio e Carbono		
51 	52 	53 	54 	55 
Ácido fosforoso	Ácido fosfórico	Amônia	Gás Olefiante	Hidróxido carburado
Hidrogênio com Enxofre e Fósforo		Enxofre com Fósforo		
56 	57 	58 	59 	60 
Hidróxido Sulfureto	Hidróxido sulfúrico	Hidróxido de Fósforo	Enxofre de Fósforo	Superfosfato de Enxofre

Fonte: Adaptado de Dalton (1808) p. 361

Contudo, destacamos alguns trechos do seu livro nos quais o autor apresenta discussões sobre os átomos ou partículas finais. Dalton relata que os corpos são constituídos de partículas muito pequenas, os átomos.

There are three distinctions in the kinds of bodies, or three states, which have more especially claimed the attention of philosophical chemists; namely, those which are marked by the terms *elastic fluids*, *liquids*, and *solids*. A very familiar instance is exhibited to us in water, of a body, which, in certain circumstances,

is capable of assuming all the three states. In steam we recognize a perfectly elastic fluid, in water, a perfect liquid, and in ice a complete solid. These observations have tacitly led to the conclusion which seems universally adopted, that **all bodies** of sensible magnitude, whether **liquid or solid, are constituted of a vast number of extremely small particles, or atoms of matter bound together by a force of attraction**, which is more or less powerful according to circumstances, and which as it endeavours to prevent their separation (DALTON, 1808, p.141, grifo nosso).

Nos trechos a seguir, Dalton relata que todas as partículas (todos os átomos) que compõem determinado material são exatamente idênticas, tem o mesmo peso e figura:

Whether the ultimate particles of a body, such as water, **are all alike**, that is, of the **same figure, weight, &c.** (DALTON, 1808, p.142, grifos nossos).

Therefore we may conclude that **the ultimate particles of all homogeneous bodies are perfectly alike in weight, figure, &c.** In Other words, every particle of water is like Every other particle of water, every particle of hydrogen is like every other particle of hydrogen, &c. (DALTON, 1808, p.143, grifo do autor).

Com base no exposto é possível afirmar que Dalton entendia a matéria como constituída por partículas finais ou “átomo”. O átomo seria uma esfera com tamanho, massa e demais características equivalentes e fixas para átomos da mesma identidade.

Thus a solid body, as ice, on becoming liquid, acquires a larger capacity for heat, even though its bulk is diminished; and a liquid, as water, acquires a larger capacity for heat on being converted into an elastic fluid; this last increase is occasioned, we may conceive, solely by its being increased in bulk, in consequence of which every atom of liquid possesses a larger **sphere** than before (DALTON, 1808, p. 49).

Por exemplo, todos os átomos de hidrogênio são iguais entre si e diferentes dos átomos de oxigênio, carbono, etc.

No trecho acima percebemos que o autor relata que o átomo apresentará uma “esfera maior” que antes, no entanto, o próprio autor aborda que as partículas finais são sempre idênticas e que não há aumento dessas quando há um aumento de temperatura de um material, o que acontece é que quando se aumenta a temperatura, aumenta-se também o grau de agitação entre as partículas.

2.1.3 A VIDA DE JOSEPH JOHN THOMSON (1856-1940)

Nasceu em *Cheetham*, um subúrbio de Manchester, em 18 de dezembro de 1856. Filho de um livreiro. Quando muito pequeno começou a fazer aula de dança que ele dizia odiar, assim a tentativa de lhe ensinar a dança foi considerada inútil. Depois de estudar por volta de dois anos em uma pequena escola para meninos e meninas, mantida por duas amigas de sua mãe, foi para uma escola particular. Deixou a escola quando era muito jovem. Pensava em ser engenheiro, mas tornou-se um físico. Aos quatorze anos ingressou na faculdade *Owens College* (atual faculdade de Manchester).

Em outubro de 1876 inicia seus estudos em matemática no Trinity College, Cambridge onde permaneceu membro durante toda sua vida. Thomson teve grande inspiração com o ensino do Sr. A. T. Bentley, também membro do *Trinity College*, que era professor de matemática.

Em 1880 recebe o grau em matemática e seu interesse se volta ainda mais para a Física. Tornou-se Conferencista em 1883. Em 1884 torna-se professor de Física do Laboratório *Cavendish*, em Cambridge. Em 1896 visitou a América para ministrar um curso sobre suas pesquisas recentes. Em 1897 constrói um modelo de átomo que tem em sua constituição uma partícula com carga. Essa teoria foi elaborada estudando os raios catódicos e anunciada durante sua palestra para a *Royal Institution* em 30 de abril, 1897. Thomson voltou à América em 1904 para proferir palestras sobre eletricidade e matéria na Universidade de Yale. No ano de 1906 recebe o Prêmio Nobel de Física por suas pesquisas sobre a eletricidade nos gases. Além disso, Thomson recebeu inúmeros prêmios durante toda a sua vida (THOMSON, 1936).

Em 1890, ele se casou com Rose Elisabet, tiveram um casal de filhos. O menino, George Paget Thomson, se tornou Professor Emérito de Física na Universidade de Londres e recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1937. Thomson morreu aos 74 anos em Cambridge, no dia 30 de agosto de 1940 (THOMSON, 1936; THOMSON, 1906; NOBELPRIZE, 1967).

2.1.4 A TEORIA ATÔMICA DE THOMSON

Há muito tempo sabia-se que esfregar âmbar com lã ou pelo gerava um fenômeno capaz de atrair objetos leves. Esse fato foi estudado por William Gilbert (1540-1609) que criou o adjetivo *elétrica* para descrever a força de atração. A origem da palavra grega *elektron* significa âmbar (PAULING, 1966).

O cientista inglês George Johnstone Stoney concluiu, em 1874, que a eletricidade existe em unidades descontínuas, e que essas unidades se encontram associadas aos átomos. Em 1891 ele sugeriu o nome elétron para a unidade descontínua de eletricidade, relata Pauling (1966).

Thomson a partir de seus experimentos concluiu que a unidade de eletricidade era um corpo, chamado por ele de corpúsculo. Esses corpúsculos possuem uma massa muito menor do que a do átomo de qualquer elemento conhecido, e são do mesmo caráter independentemente da fonte da qual são originados.

O primeiro local em que os corpúsculos foram detectados foi um tubo (de Crookes) altamente exaurido pelo qual passava uma descarga elétrica. Quando uma descarga elétrica é enviada através de um tubo suas laterais brilham com uma fosforescência verde viva formando uma linha reta a partir do cátodo (eletrodo por onde a eletricidade negativa entra no tubo) o que pôde ser demonstrado por um experimento feito há muitos anos por Sir Willian Crookes (THOMSON, 1906; THOMSON, 1907).

Duas justificativas eram apontadas à época por físicos quanto à fosforescência no tubo. A primeira, apoiada principalmente por físicos ingleses, era que os raios são corpos eletrificados negativamente e dispararam do cátodo com grande velocidade. A segunda era uma ideia defendida principalmente pelos físicos alemães, para eles os raios são algum tipo de vibração etérea ou ondas. A primeira justificativa era defendida por Thomson pois os raios eram desviados por um ímã da mesma maneira que partículas eletrificadas negativamente em movimento (THOMSON, 1906).

Thus, if the particles are moving horizontally from east to west, and the magnetic force is horizontal from north to south, the force acting on the negatively electrified particles will be vertical and downwards.

When the magnet is placed so that the magnetic force is along the direction in which the particle is moving, the latter will not be affected by the magnet (THOMSON, 1906, p. 146).

Para maior detalhamento de sua teoria, em 1907 Thomson publica o livro *The Corpuscular Theory of Matter* onde traz a ideia de que um átomo é constituído de corpúsculos (corpos de carga negativa, hoje chamado de elétron) e de eletricidade positiva (THOMSON, 1907).

A distinctive feature of this theory the one from which it derives its name is the peculiar way in which the negative electricity occurs both in the atom and when free from matter (THOMSON, 1907, p.2).

We suppose that the negative electricity always occurs as exceedingly fine particles called corpuscles, and that all these corpuscles, whenever they occur, are always of the same size and always carry the same quantity of electricity (THOMSON, 1907, p. 2).

Esses corpúsculos teriam uma massa muito pequena quando comparada à massa do menor átomo conhecido: o de hidrogênio, sendo sempre iguais entre si.

(...) the mass of the corpuscle is only about 1/1700 of that of the hydrogen atom. Thus the atom is not the ultimate limit to the subdivision of matter; we may go further and get to the corpuscle, and at this stage the corpuscle is the same from whatever source it may be derived (THOMSON, 1907, p.10).

Além disso, esses corpúsculos seriam unidade fundamental de todos os tipos de átomos:

The corpuscle appears to form a part of all kinds of matter under the most diverse conditions; it seems natural, therefore, to regard it as one of the bricks of which atoms are built up (THOMSON, 1907, p.11).

A organização dos corpúsculos depende da quantidade total destes, no átomo.

When there is only one corpuscle the solution is very simple: the corpuscle will evidently go to the centre of the sphere (THOMSON, 1907, p.104).

When there are two corpuscles inside a sphere of positive electricity they will, when in equilibrium, be situated at two points A and B, in a straight line with the centre of the sphere and such that $OA = OB = \frac{a}{2}$, where a is the radius of the sphere. We can easily show that in this position the repulsion between A and B is just balanced by the attraction of the positive electricity and also that the equilibrium is stable. We may point out that AB the distance between the corpuscles is equal to the radius of the sphere of positive electrification (THOMSON, 1907, p. 104-105).

Three corpuscles inside a single sphere will be in stable equilibrium when at the corners of an equilateral triangle whose centre is at the centre of the sphere and whose side is equal in length to the radius of that sphere; thus for three as for two corpuscles the equilibrium position is determined by the condition that the distance between two corpuscles is equal to the radius of the sphere of positive electrification (THOMSON, 1907, p. 105-106).

Four corpuscles if at rest cannot be in equilibrium When in one plane, although the co-planar arrangement is possible and stable when the four are in rapid rotation. When there is no rotation the corpuscles, when in stable equilibrium, are arranged at the corners of a regular tetrahedron whose centre is at the

centre of the sphere of positive electrification and whose side is equal to the radius of that sphere; thus we again have the result that the distance between the corpuscles is equal to the radius of the positive sphere (THOMSON, 1907, p. 106).

Six corpuscles will be in stable equilibrium at the corners of a regular octahedron, but it can be shown that the equilibrium of eight corpuscles at the corners of a cube is unstable (THOMSON, 1907, p. 106).

Além dessas possibilidades, para átomos com mais de 5 corpúsculos, Thomson propôs duas situações. No primeiro, eles seriam arranjados em 1 anel e o desequilíbrio gerado seria resolvido através da inserção de corpúsculos no centro:

If we It is shown, however, that we can have a ring containing more than five corpuscles in equilibrium if there are other corpuscles inside the ring. Thus, though a ring of six corpuscles at the corners of a regular hexagon is unstable by itself, it becomes stable when there is another corpuscle placed at the centre of the hexagon, and rings of seven and eight corpuscles are also made stable by placing one corpuscle inside them. To make a ring of nine corpuscles stable, however, we must have two corpuscles inside it, and the number of corpuscles required inside a ring to keep it stable increases very rapidly with the number of corpuscles in the ring (THOMSON, 1907, p. 107-108).

Para explicitar quantos corpúsculos deveriam ficar no centro do anel para que esse se estabilizasse, Thomson exhibe uma tabela onde n é o número de corpúsculos em um anel e i o número de corpúsculos que devem ser colocados no centro (Tabela 1).

Tabela 1: Representação de Thomson para a distribuição de corpúsculos em um átomo com um anel

$n.$	5.	6.	7.	8.	9.	10.	12.	13.	15.	20.	30.	40.
$i.$	0.	1.	1.	1.	2.	3.	8.	10.	15.	39.	101.	232.

Fonte: THOMSON, 1907, p. 107-108

Portanto, ao observamos a Tabela 1 podemos visualizar que um átomo com 20 corpúsculos no total ($n + i$) terá 12 no anel (n) e 8 no centro (i). Um átomo com 131 corpúsculos totais terá 30 no anel e 101 no centro.

A Segunda situação corresponde a dispor os corpúsculos em uma série de anéis concêntricos. Para esses casos também foi apresentada uma tabela (Tabela 2) informando a quantidade de corpúsculos em cada um dos anéis:

Tabela 2: Representação de Thomson para disposição de corpúsculos em anéis concêntricos

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Anel 1	1	2	3	4	5	5	6	7	8	8	8	9	10	10	10	11	11	11	11	12
Anel 2						1	1	1	1	2	3	3	3	4	5	5	5	6	7	7
Anel 3																	1	1	1	1

Fonte: Adaptado de THOMSON, 1907, p. 107-108

A tabela 2 é uma adaptação reduzida da versão original que tinha a descrição para até 100 corpúsculos. Aqui descrevemos T como número total de corpúsculos em um átomo. Dessa forma temos que átomos com 10 corpúsculos terão 8 no anel 1, 2 no anel 2, átomos com 18 corpúsculos terão 11 no anel 1, 6 no anel 2 e 1 no anel 3.

Portanto, podemos perceber que, diferentemente do que é exposto em muitos materiais de ensino, os corpúsculos não se distribuem de forma aleatória e o modelo nada tem a ver com um pudim de passas, panetone ou qualquer outra analogia que tais materiais vêm fazendo conforme citam Toledo e Dias (2018). A proposta de Thomson é fundamentalmente matemática, pois são calculadas as distâncias ideais tendo em vista a repulsão das cargas de mesmo sinal.

2.2 Os NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO

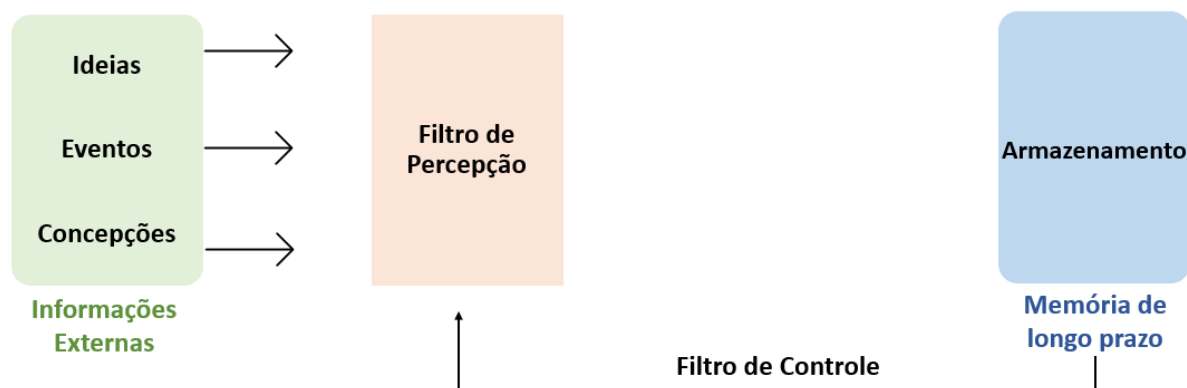
Após diversas mudanças no currículo de Química, Johnstone (2009) salienta que pesquisas mostraram que estão ainda presentes nos currículos as mesmas dificuldades dos alunos identificados na década de 1970. Mesmo depois de tantos anos de pesquisa sobre o ensino de Química, muitos problemas ainda existem.

Johnstone (2009) ressalta que nesse período não faltou ensino de Química entusiástico ou materiais bem elaborados, além de muitos projetos de excelência. No entanto, o que as pesquisas mostram é que nada disso mudou o descontentamento dos alunos quanto ao ensino de Química. O que o autor interpreta dessas observações é que pode estar faltando uma compreensão de como os alunos aprendem. Parte dessas pesquisas foi voltada à psicologia, questionando como os alunos aprendem. Produzindo diretrizes universalmente aplicáveis para uma revisão geral do que é ensinado nas escolas secundárias e posteriores, ou seja, como os alunos aprendem, assimilam e reproduzem o que é ensinado.

Nessa perspectiva, Johnstone (2009) desenvolveu e usou um modelo baseado no processamento de informações. Para o autor, qualquer professor pode usar esse modelo como regra prática no ensino cotidiano. Esse modelo aborda como o aluno aprende e ressalta que outros modelos encontram um local dentro dele, como elementos da teoria de Piaget e Ausubel.

O princípio do trabalho de Ausubel é utilizar o que os alunos já sabem ou que pensam que sabem ou entendem. Desse modo, Johnstone (2009) elaborou um esquema de seu modelo incorporando os elementos da teoria de Ausubel (Figura 1).

Figura 1: Modelo de aprendizagem que incorpora elementos das teorias de Ausubel



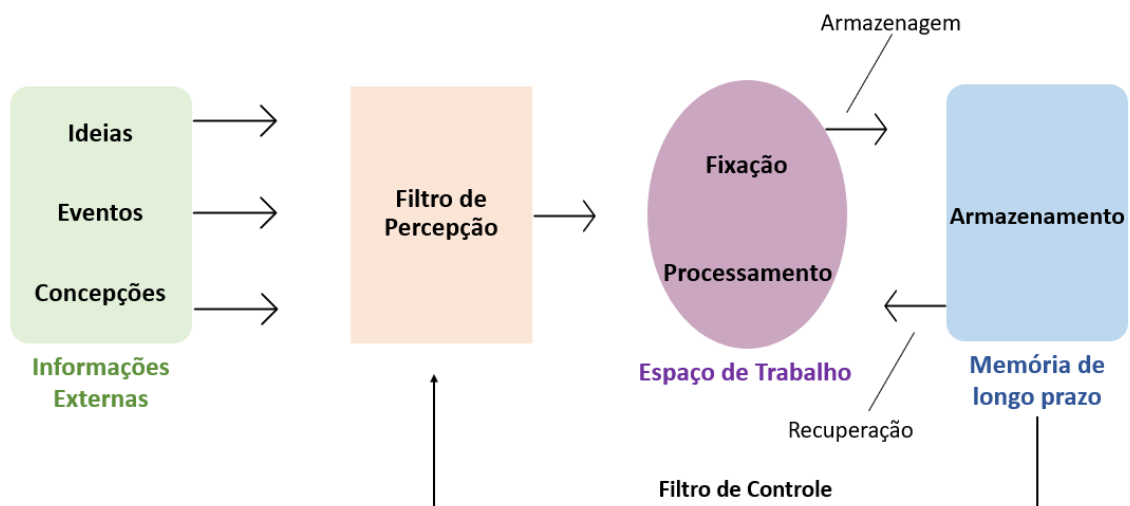
Fonte: Adaptado de Johnstone (2009, p. 23)

Para Johnstone (2009), o princípio da teoria de Ausubel apresenta nossos interesses, nossos preconceitos e nossas crenças, que, juntos controlam como lidamos com novas informações. Isso afeta o que selecionamos dos estímulos sensoriais ao nosso redor, como processamos os estímulos e como armazenamos informações. Cada um de nós temos um filtro único, pelo qual selecionamos individualmente o que nos interessa, o que faz sentido e o que é importante.

É provável que um leitor selecione informações que diferem das selecionadas por outro, a depender do seu conhecimento, interesses, preconceitos e crenças anteriores. Nesse ponto está o problema do ensino: a informação não pode ser transferida intacta de um professor para um aluno. A única maneira pela qual um professor pode estar razoavelmente assegurado de que um aluno recebeu a informação e entendeu o que se pretendia, é por intermédio de uma discussão entre o professor e o aluno, onde esses possam trocar informações. Ausubel fez muitas discussões sobre a maneira como os alunos armazenam ideias na memória de longo prazo por Johnstone (2009) aborda que adicionando memória de trabalho (espaço de trabalho) ao modelo da Figura 1, podemos ver onde os estágios de Piaget se encaixam (Figura 2). Piaget descreveu quatro estágios de desenvolvimento: sensório, pré-operacional, operacional concreto e operacional formal.

Discípulos de Piaget, como Pascaul-Leone, Case e Scardamalia, propuseram um espaço de memória de trabalho que cresce com a idade e atinge um máximo aos 16 anos. Baddeley estendeu e desenvolveu este trabalho de maneira útil e prática, o que resultou na ideia de um espaço de trabalho limitado no qual ocorre o pensamento consciente, reunindo novas informações admitidas pelo filtro e informações recuperadas da memória de longo prazo. Neste espaço haveria as interações, procurando ligações entre o conhecimento antigo e o novo, ou seja, compreendendo o novo e se preparando para o armazenamento na memória de longo prazo. Às vezes, as ligações estão “com defeito” e dão origem a estruturas alternativas; ou, não era possível estabelecer vínculos, ou seja, nenhum entendimento era alcançado e as informações eram rejeitadas ou aprendidas mecanicamente (JOHNSTONE, 2009).

Figura 2: Modelo de aprendizagem que incorpora elementos da teoria de Piaget e dos alunos de Piaget



Fonte: Adaptado de Johnstone (2009, p. 23).

Assim, esse espaço de trabalho tem duas funções: reter informações temporariamente e processá-las. Trata-se de um espaço compartilhado. Se muita informação precisar ser mantida, resta pouco espaço para o processamento. Por outro lado, se muito processamento for feito, pouca informação poderá ser mantida (JOHNSTONE, 2009). Para que se possa evitar essa sobrecarga na memória de trabalho (*Working Memory Space*) do aluno é importante que esse tenha em sua memória de longo prazo as fixações. É fundamental começar com a ideia de filtro (*Filter*) que é orientado pelo que os alunos já sabem e pelo que os interessa. Esse modelo sugere que devemos começar onde os alunos estão, com seus interesses e

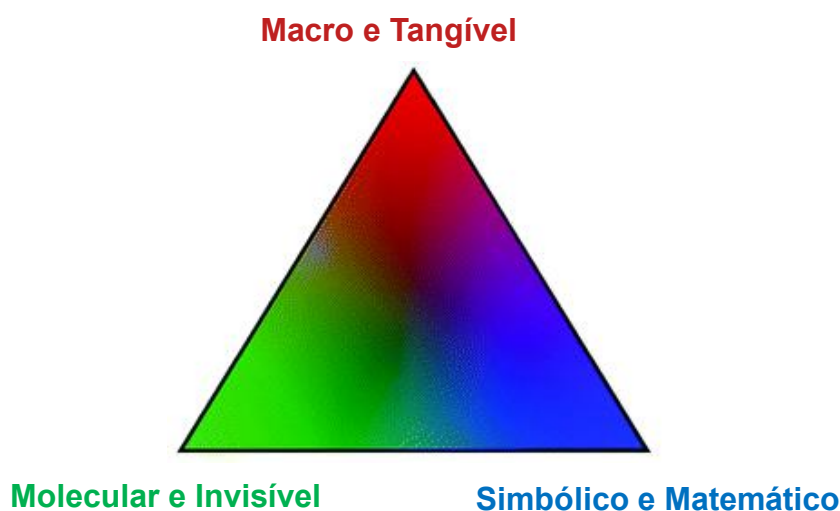
experiência, e guiá-los para a descoberta de novas ideias entre aquelas já familiarizadas. Ou seja, as fixações farão uma ligação dos conhecimentos prévios dos alunos (o que eles já sabem) com novos conhecimentos (o que se pretende ensinar). Assim, o modelo nos leva a selecionar um ponto de partida que se encaixa no que já está na memória de longo prazo de um aluno (JOHNSTONE, 2009).

Diante disso, Johnstone salienta que muita coisa ainda precisa mudar na maneira de ensinar Química e seus conteúdos:

Muito do que ensinamos é aceito como fundamental e imutável, e ainda assim sabemos que muitos de nossos alunos simplesmente não estão entendendo a mensagem. Qualquer professor experiente conhece a frustração de ver, nas respostas dos exames, evidências de incompreensão, apesar de nossos melhores esforços, e ainda assim continuamos perpetuando a situação porque "é assim que a química é". Já era tempo de pensarmos no impensável e questionarmos nossa aceitação da situação. Se 40 anos de pesquisa e engenhosidade não encontraram uma "cura", outra coisa deve ser feita. Algum conteúdo químico terá que ser removido do currículo do ensino médio, alguns tópicos terão que ser reduzidos e alguns terão que ser remarcados para se ajustarem ao que sabemos agora sobre aprendizado. Os pontos de partida e a ênfase no ensino de química também devem mudar (JOHNSTONE, 2009, p. 25, tradução do autor).

Assim, o autor apresenta um modelo que busca explicar as três maneiras pelas quais olhamos ou representamos a Química e suas mudanças químicas. O autor aborda que essa ciência pode ser visualizada em três componentes: macro e tangível, molecular e invisível, simbólico e matemático. Esse modelo não apresenta níveis de hierarquia (Figura 3).

Figura 3: Modelo de Johnstone para os Níveis de Representação do Conhecimento Químico



Fonte: Adaptado de Johnstone (2009, p. 24)

Johnstone (2009) destaca que durante uma aula o professor pode passar por todas as partes deste triângulo. Como exemplo, o autor cita que segurando um tubo de ensaio de uma solução azul o professor poderia dizer: “Tenho aqui uma solução aquosa de sal de cobre. A cor azul deve-se a hidratação dos íons de cobre, escrito como $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ” (p.24). Diante deste exemplo, nota-se que o professor passou pelos três vértices do triângulo e chegou em seu centro. Podemos dizer então, que o professor esteve no Macro e Tangível ao mostrar o tubo de ensaio com a solução azul, passando para o Molecular e Invisível quando relata a hidratação dos íons de cobre e finalizando com o Simbólico e Matemático quando escreve $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ para representar o estado de oxidação do Cobre. Assim, o professor finda no centro do triângulo, pois passou por todas as arestas (JOHNSTONE, 2009).

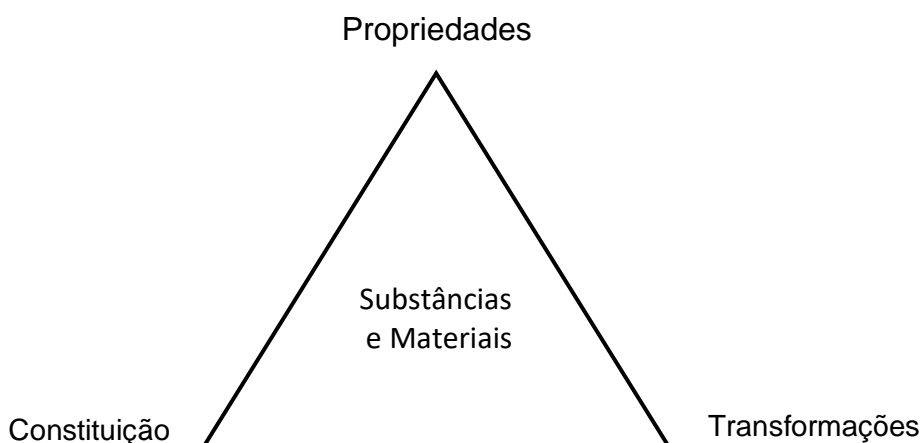
A abordagem do professor pode estar em qualquer parte do triângulo, pois aborda e discute simultaneamente os três aspectos do conhecimento químico. No entanto, Johnstone (2009) enfatiza que é muito fácil, ou deveria ser, para o professor percorrer o triângulo, mas como seria então para o aluno? Se pensarmos nas problemáticas do ensino de Química de maneira analítica, a fonte das dificuldades se tornará evidente, aborda o autor. Esse triângulo é uma ferramenta útil para estimar a carga que está sendo colocada na memória de trabalho do estudante. O autor destaca que a sobrecarga de conceitos dificulta a compreensão dos conhecimentos químicos por parte dos alunos.

Para Johnstone (2009), o modelo sugere que devemos começar onde os alunos estão, com seus interesses e experiência e levá-los a descobrir novas ideias entre os familiares. Assim, a memória de longo prazo já contém ancoragens para o que queremos ensinar e o filtro está preparado e pronto para uso. A memória de trabalho não corre o risco de sobrecarga, destaca o autor. Porém, observando o exposto por Johnstone (2006, 2009) para que haja uma melhor compreensão da Química, é importante que os alunos transitem pelos três vértices do triângulo, que por sua vez perpassa os três componentes da Química. No entanto, é importante que o professor trabalhe um vértice de cada vez, passando pelos outros vértices até levar o aluno para o centro do triângulo, o que permite que não haja uma sobrecarga de informação para o estudante. O autor ressalta ainda a importância de se repensar sobre o que vem sendo ensinado, no entanto, não significa que se tem ensinado uma

Química que não contribui para aprendizagem, mas que se tem ensinado uma Química inadequada na hora e no caminho errados.

Nessa mesma perspectiva, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) discutem a elaboração de um currículo de Química que é organizado de modo a possibilitar uma interação entre o discurso científico da Química e o discurso cotidiano. No entanto, os autores ressaltam que para que isso aconteça, o discurso científico deve fazer sentido para o aluno, trazendo-lhe significados. A Química tem como objetos de investigação os materiais, as substâncias, suas propriedades, sua constituição e suas transformações, e no centro de todas essas investigações, encontram-se os materiais e as substâncias (MORTIMER *et al.* 2000), representados na Figura 4.

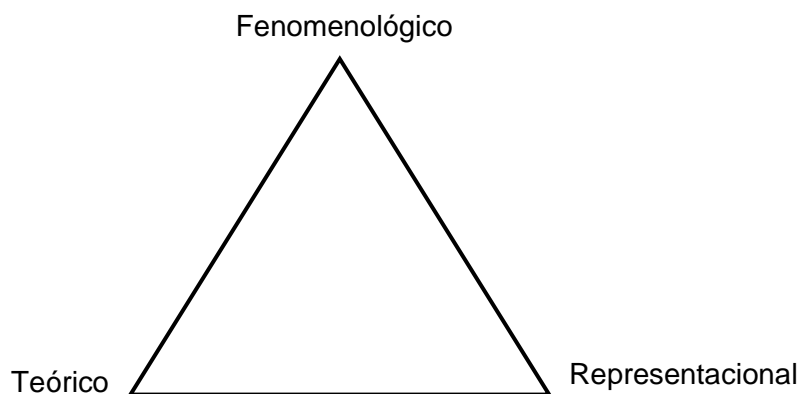
Figura 4: Inter-relações entre os objetos e focos de interesse da Química



Fonte: MORTIMER *et al.* 2000, p.276

Mortimer *et al.* (2000) destacam que para cada um desses conteúdos pode-se utilizar um referencial que permita analisar as diversas possibilidades de abordagem. Assim, é importante distinguir três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional. Os aspectos fenomenológicos referem-se aos fenômenos de interesse da Química de maneira concreta e/ou visível, aqueles que temos acesso indiretamente ou até mesmo que estejam materializados na atividade social. O aspecto teórico refere-se às informações de natureza atômica-molecular, são explicações baseadas em modelos abstratos e que englobam entidades não diretamente perceptíveis. O aspecto representacional, por sua vez agrupa os conteúdos de natureza simbólica necessários para a compreensão de informações expressas em linguagem química, tais como fórmulas e equações químicas. As inter-relações entre esses três aspectos são apresentadas na Figura 5.

Figura 5: Inter-relações entre os aspectos do conhecimento químico



Fonte: MORTIMER *et al.* 2000, p. 277

Mortimer *et al.* (2000) salientam que para haver uma aprendizagem, é fundamental uma articulação entre os três aspectos, ou seja, que os três sejam trabalhados igualmente.

A maioria dos currículos tradicionais e dos livros didáticos enfatiza sobremaneira o aspecto representacional, em detrimento dos outros dois. A ausência dos fenômenos nas salas de aula pode fazer com que os alunos tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria. É necessário, portanto, que os três aspectos compareçam igualmente. A produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade. Mesmo porque não existe uma atividade experimental sem uma possibilidade de interpretação (MORTIMER *et al.* 2000, p. 277).

Nesse sentido, mesmo que o aluno não detenha o conhecimento científico para fazer determinada interpretação, ele o fará de maneira implícita, com suas ideias de senso comum. A abordagem de Johnstone (2009) é feita sob o ponto de vista do currículo de Química do ensino médio e até mesmo no ensino superior, já a abordagem de Mortimer *et al.* (2000) é uma proposta de currículo para o ensino médio. Nessa perspectiva percebemos que as duas abordagens podem ser utilizadas em qualquer nível de ensino, notamos que no Brasil, pelo exposto na BNCC e no Currículo em Movimento do Distrito Federal normatizar os conceitos básicos de Química devem estar presentes a partir do ensino fundamental. Destacamos então a importância de se fazer uso do modelo dos três níveis do conhecimento químico também nos anos finais do ensino fundamental pois é quando surgem os primeiros contatos dos alunos com a temática.

Diante do exposto, notamos grande similaridade entre as representações expostas pelos dois autores. Neste trabalho, no entanto, faremos uso dos termos macroscópico (marco e tangível), representacional (simbólico e matemático) e

submicroscópico (molecular e invisível), tendo como base os trabalhos de Johnstone (2006; 2010). “Os conceitos devem ser construídos a partir do macroscópico e gradualmente enriquecidos com aspectos submicroscópicos e representacionais” (p.28, tradução nossa). Observação Macroscópica é a descrição do que é observado, visualizado na atividade; a Interpretação Submicroscópica são as teorias científicas que são utilizadas a fim de explicar os fenômenos estudados e o Nível Representacional são as expressões da linguagem química, física ou matemática, que se incluem: fórmulas, equações, modelos representacionais, gráficos etc.), relatam Silva, Machado e Tunes (2019).

Na sessão a seguir discutiremos sobre a experimentação no ensino de Ciências a fim de relacioná-la aos três níveis do conhecimento químico.

2.3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

Nesta sessão foram realizadas discussões sobre a experimentação no ensino de Ciências, bem como a importância da experimentação demonstrativo-investigativa e sua contribuição para o processo de ensino-aprendizagem.

2.3.1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

“Ciência é mais que um corpo de conhecimento. É uma forma de pensar”
CARL SAGAN

Como abordado na sessão 1.3, percebemos que há muito tempo se discute sobre experimentação no Ensino de Ciências. No ensino de Química não é diferente. A experimentação no ensino vem sendo alvo de discussão em várias legislações, no entanto, ainda hoje nos deparamos muitas vezes com os mesmos problemas de décadas atrás. Assim, neste momento discutiremos a experimentação no ensino de Ciências, como as pesquisas apresentam sua importância e como pode ser trabalhada por meio de experimentos que estejam inseridos na realidade do aluno e

associando-os ao conhecimento científico, como relatam Silva, Zanon (2000), Guimarães (2009) e Silva, Machado e Tunes (2019).

No que tange às discussões que retratam a abordagem histórica sobre a experimentação na educação brasileira, há algumas décadas discute-se sobre como utilizar a experimentação em sala de aula. Guimarães (2009) destaca que existem muitas críticas sobre o ensino tradicional, no qual o professor transmite o conteúdo e os alunos são considerados apenas ouvintes. Uma dessas críticas é o fato de não existir nesse tipo de ensino a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes na abordagem dos conteúdos. Esse e outros fatores podem contribuir para o desinteresse dos alunos pela aprendizagem.

Dentre as críticas mais apresentadas por pesquisadores da educação, destaca-se a maneira que a experimentação é realizada, ou seja, quais os objetivos que guiam a experimentação. Vimos no decorrer do contexto histórico que a experimentação teve grande evidência em discussões educacionais no Brasil, no entanto, muitas críticas ainda perduram quanto à sua utilização. Entre essas, Guimarães (2009) aborda que a experimentação no ensino de química não deve ser utilizada como uma “receita de bolo”, quando os estudantes seguem um roteiro e devem obter os resultados esperados pelo professor.

Silva e Zanon (2000) e Silva, Machado e Tunes (2019) defendem que muitos professores acreditam que a função da experimentação é comprovar a teoria em laboratório, outros, no entanto, acreditam que no laboratório, a partir dos experimentos, os alunos consigam chegar à descoberta de determinada teoria, sem o auxílio do professor. Assim, a maneira que a experimentação foi introduzida e a forma como vem sendo utilizada nas aulas de ciências devem-se ao equívoco de objetivos e de intencionalidades, visivelmente expressos no sentido das interações e das aprendizagens em sala de aula (SILVA; ZANON, 2000, p.135).

Muitas das dificuldades apresentadas na utilização da experimentação, em sala de aula, devem-se à maneira que o currículo e os professores propõem a atividade prática, pois geralmente são mal concebidas, confusas e carentes do valor real da educação. O principal ponto em questão, destacado por Hodson (1994), é um currículo válido do ponto de vista filosófico e pedagogicamente mais eficaz, ou seja, que descreva fielmente a verdadeira prática científica e que garanta uma aprendizagem adequada, sendo um currículo claro sobre o objetivo de uma lição

concreta. É importante que se escolha uma atividade de aprendizado que atenda a esses objetivos, que seja direcionada para facilitar o desenvolvimento conceitual e tenha uma projeção diferente de uma cujo objetivo é ajudar os alunos a entenderem aspectos específicos do método científico para gerar interesse em ciência ou para fornecer informações sobre a história, o desenvolvimento e impacto social de uma ideia, processo ou artefato. Esse tipo de trabalho não é fácil, porque os professores tendem a usar o trabalho prático descrito por um manual.

Nesse sentido, é essencial uma adaptação das atividades práticas, que se tenham objetivos claramente expressos e que possam contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Silva e Zanon (2000) defendem que é fundamental a atuação pedagógica do professor nessas atividades, com intervenções e proposições para que os alunos relacionem as novas explicações referentes à experimentação com os fatos explorados em sala de aula. Para as autoras, essa exploração refere-se à problematização, tematização e conceitualização com base em determinados aspectos práticos/fenomenológicos vivenciados.

Pesquisas mostram que as atividades práticas como meio de aquisição do conhecimento científico são difíceis de interpretar e pouco conclusivas, ou seja, é possível ressaltar apenas que não se pode afirmar que o trabalho prático é superior a outros métodos e, em determinados momentos, parece ser inútil, relata Hodson (1994).

Nessa perspectiva, Almeida (1998, 2001) destaca que muitas evidências de trabalhos de investigação, apresentados por pesquisadores que abordam sobre experimentação no ensino, relatam que o trabalho experimental geralmente realizado nas aulas de ciências nem sempre contribuem para que os objetivos sejam atingidos. Assim, a ineficiência educativa decorre das atividades experimentais que geralmente são demonstrações e/ou verificações de um fato ou teoria. Almeida (1998) sintetiza os objetivos das atividades experimentais em quatro domínios principais:

- 1) Relativo a uma melhor compreensão dos aspectos teóricos;
- 2) Relativos a fatores motivacionais;
- 3) Relativos ao desenvolvimento de capacidades e técnicas experimentais; e
- 4) Relativos à aprendizagem da abordagem significativa.

A autora relata que a atividade experimental visa promover nos alunos o interesse e motivação pelas aulas de ciências, além de uma maior compreensão dos

conteúdos científicos. O trabalho experimental não se restringe apenas à experimentação e observação, mas envolve a verbalização e discussão de ideias, a hipótese, a reflexão e avaliação crítica do trabalho desenvolvido e a resolução de problemas abertos (ALMEIDA, 1998).

Muitas vezes o experimento realizado em sala de aula aparece como uma forma de diversão, sem nenhuma contextualização e sem questionamentos a respeito do que foi realizado. Hodson (1994) ressalta que os experimentos em laboratório podem não trazer nenhum conhecimento científico para o aluno, tendo em vista que geralmente a atividade experimental não passa de uma mera distração de conceitos importantes ao invés de estimular o desenvolvimento.

Hodson (1994) afirma que é necessário menos práticas e mais reflexões. Os alunos precisam discutir e interpretar suas descobertas, oferecendo explicações sobre o comportamento observado, fazendo uso de conceitos abstratos, sendo estes os verdadeiros objetivos da aprendizagem. Neste sentido, Silva e Zanon (2000) relatam ainda que é amplamente vigente a definição de experimentação como mera atividade física dos alunos, na qual há apenas manipulação dos experimentos. Para Guimarães (2009), a experimentação no ensino de ciências pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais, que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos e investigação.

Silva e Zanon (2000) salientam que as atividades práticas em aula precisam propiciar um momento de discussão teórico-prática, que transcende o nível fenomenológico e os saberes cotidianos dos alunos. Geralmente, após a realização de uma atividade experimental, os alunos elaboram um relatório, que comumente restringe-se nos procedimentos, materiais usados e observações, desconsiderando as explicações e conceituações do nível teórico-conceitual (abordamos essas relações na sessão 2.3, ver Johnstone e Mortimer). As explicações/ teorizações, que se referem ao uso de determinadas linguagens e modelos teóricos próprios às ciências são impossíveis de serem desenvolvidas pelos alunos de forma direta e requerem a atuação pedagógica do professor (SILVA, ZANON, 2000).

Dias (1998) ressalta que para se iniciar uma aprendizagem química é fundamental observar fenômenos químicos, formular interrogações e questões a conceber, realizar experiências e interpretar os resultados das experiências realizadas. Para o autor, saber Química consiste em saber observar, questionar e

realizar experimentalmente, que em resumo consiste em “saber fazer” e esse fazer deve ser realizado pelo aluno.

Para Dias (1998), a Química é uma dessas Ciências com a particularidade de se encontrar intimamente ligada à vida real, estando presente praticamente em todas as atividades humanas produtivas. Por ser uma ciência experimental ligada ao dia a dia, a Química detém os “materiais” indispensáveis no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, a aprendizagem inicial de uma ciência requer motivação e interesse, porém, estes aspectos não são satisfeitos plenamente sem o envolvimento e participação ativa dos estudantes na realização das experiências. Outra particularidade da Química é que seu vínculo com a vida real torna possível a contextualização do seu ensino com recursos e fenômenos físicos do dia a dia, o que contribui para o desenvolvimento da curiosidade do aluno e possibilita a formação do pensamento científico, abordagem que será explorada a seguir.

2.3.2 A EXPERIMENTAÇÃO E O PROCESSO DE FORMAÇÃO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade experimental que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Dessa forma, o aprender Ciências é sempre uma relação entre fazer e pensar (SILVA, MACHADO, TUNES, 2019). Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) abordam que a relação entre a experimentação e a teoria é bem mais complexa do que muitos professores pensam e é, também por isso, raramente equacionada e pensada, assim, em sala de aula. É importante considerar outras possíveis alternativas mais enriquecedoras como experiências intencionalmente orientadas para levar a resultados não esperados e referência a resultados que vêm da literatura.

É comum entre os professores a atribuição da atividade experimental à função de comprovar as teorias científicas para os alunos. Assim, a atividade experimental é vista como uma estratégia de ensino. No entanto, Silva, Machado e Tunes (2019) enfatizam que a atividade científica de experimentação não concretiza a teoria. A atividade experimental promove o afastamento do mundo concreto que o homem tem de si, ou seja, ela trata do abstrato. Afirmar que ela é um meio de motivar e facilitar a aprendizagem do aluno por supostamente concretizar a teoria seria um equívoco.

Nessa perspectiva, para que as atividades experimentais consigam articular teoria e prática, elas demandam bons planejamento e condução. É fundamental que os professores tenham a lucidez quanto ao papel da experimentação no ensino de Ciências, salientam Silva, Machado e Tunes (2019). Para os autores, a experimentação, quando utilizada num aspecto mais crítico, pode contribuir para que os estudantes conheçam a Ciência como uma construção humana, como verdades transitórias e não como verdades imutáveis. A experimentação utilizada nessa perspectiva deve favorecer o desenvolvimento do pensamento analítico dos estudantes. A seguir apresentaremos discussões sobre atividades experimentais Demonstrativo-Investigativas.

2.3.3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVAS

O ensino por investigação apresenta vários aportes fundamentais. Existem procedimentos determinantes no desenvolvimento de competências por parte dos alunos, as quais terão sua importância e aplicabilidade também em outros contextos, como coleta e seleção de informações, previsibilidade, formulação de hipóteses, elaboração de estratégias ou planos de ação, análise de informações e resultados, argumentação e comunicação, entre outros (CLEMENT, CUSTÓDIO, FILHO, 2015).

O desenvolvimento de competências acaba sendo possível, pois, no ensino por investigação, assume-se que o estudante tem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem; sendo ele o autor de sua aprendizagem. Além disso, o que viabiliza o desenvolvimento de competências é a presença de conteúdos conceituais (conceitos, princípios e modelos), procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas; argumentação oral e escrita) e atitudinais (juízos, normas e valores) no desenvolvimento de atividades de caráter investigativo (CLEMENT, CUSTÓDIO, FILHO, 2015).

Clement, Custódio e Filho (2015) enfatizam que o desenvolvimento de competências acaba sendo possível, pois, no ensino por investigação, assume-se que o estudante tem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem, o que possibilita que participe das discussões e expresse suas ideias. Assim, atividades didáticas organizadas de acordo com o ensino por investigação podem ajudar no aprimoramento do desempenho dos estudantes na sociedade, auxiliando no

desenvolvimento da capacidade e da autonomia para enfrentarem situações-problema do dia a dia.

Pelo exposto, torna-se importante discutir como as atividades experimentais demonstrativo-investigativas podem ser utilizadas em sala de aula a fim de relacionar teoria e prática e desenvolver o pensamento crítico dos alunos. Para Carvalho (2011), ao se ensinar Ciências por investigação proporciona-se aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo, elaborando a partir desses planos e estratégias de ação. Silva, Machado e Tunes (2019) destacam que as atividades experimentais demonstrativo-investigativas, são aquelas que o professor apresenta fenômenos simples, podendo introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado durante a experimentação.

Silva, Machado e Tunes (2019) apresentam que atividades experimentais demonstrativo-investigativas trazem como aspectos positivos: sua utilização inserida à aula teórica, contribuem com maior participação dos estudantes permitindo interações com os outros alunos e com o professor, possibilitam melhor compreensão por parte dos alunos sobre a relação experimento-teoria, permitem o levantamento de concepções prévias dos estudantes atrelada à formulação de questões que gerem conflitos cognitivos, desenvolvem as habilidades cognitivas por meio de formulação e teste de hipóteses, entre outros.

É importante que as atividades experimentais demonstrativo-investigativas sejam conduzidas na perspectiva de experiências abertas. Essas experiências são aquelas em que os fenômenos são observados e os alunos conseguem sob orientação do professor relacioná-las com uma teoria, ressaltam Silva, Machado e Tunes (2019). No que tange as atividades experimentais, os autores apresentam uma maneira de conduzir uma atividade experimental demonstrativo-investigativa a fim de alcançar resultados mais efetivos no processo de ensino-aprendizagem, observando as etapas a seguir:

- 1 - Iniciar pela formulação de uma pergunta que desperte o interesse e a curiosidade dos estudantes.

- 2 - Trabalhar a distinção dos três níveis do conhecimento químico, partindo-se da observação macroscópica;

- 3 - Solicitar que os alunos formulem hipóteses, ou seja, possíveis explicações para o fenômeno observado;

4 - O professor deve recorrer às teorias científicas disponíveis que expliquem o fenômeno observado a nível atômico molecular, ou seja, a explanação do conteúdo teórico;

5 - Realização de discussões para o esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam;

6 - Introduzir a expressão representacional como uma síntese do que foi observado e do que foi explicado;

7 - Responder à pergunta inicialmente formulada, utilizando os conceitos discutidos durante a atividade.

8 - Discutir sobre possíveis implicações do fenômeno, estas podem ser sociais, culturais, políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais etc. e de sua vivência em geral relacionadas à atividade experimental. É importante discutir aspectos positivos e negativos ao conhecimento científico e tecnológico quando associado.

9 - Discutir sobre a possível geração de resíduos para a realização dos experimentos.

2.4 OBJETIVO GERAL

Planejar, desenvolver e avaliar em que medida o uso da experimentação pode contribuir para a melhoria do ensino dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson.

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar quais os conceitos de Química que a BNCC e o Currículo em Movimento apresentam no Ensino Fundamental nos anos precedentes ao 9º ano;
- Selecionar experimentos com base nos conteúdos apresentados na BNCC e no Currículo em Movimento que possam ser utilizados para discutir os Modelos Atômicos de Dalton e Thomson;

- Utilizar os três níveis do conhecimento químico na articulação entre os experimentos e os Modelos Atômicos de Dalton e Thomson;
- Elaborar uma Proposta de Ação Profissional (PAP) que possa contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson;

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

3.1 ANÁLISE DA BNCC E DO CURRÍCULO EM MOVIMENTO

A fim de definir os experimentos que foram utilizados durante a realização das atividades experimentais, foi realizada uma análise da Base Nacional Comum Curricular e do Currículo em Movimento do Distrito Federal no que se referem aos conteúdos de Ciências do 6º ao 9º do ensino fundamental, tendo como finalidade selecionar os tópicos de Ciências voltados para a área de Química no ensino fundamental que foram utilizados para discutir as teorias atômicas de Dalton e Thomson.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA COLETA DE DADOS

Diante do momento atual que temos vivenciado em 2020/2021 com a pandemia do COVID-19, as atividades propostas foram realizadas de maneira remota. Para tanto, selecionamos uma escola pública de ensino fundamental da região de Sobradinho-DF. A atividade foi divulgada em grupos de *WhatsApp* e os alunos que tiveram interesse em participar se inscreveram por meio de um formulário do *Google Forms*. Os inscritos apresentaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo responsável (Apêndice 1).

12 (doze) alunos se inscreveram para participar da atividade, no entanto devido a dificuldades de acesso à internet, nem todos os estudantes puderam estar presentes em todos os momentos de todas as atividades. Mesmo diante de todos os contratempos, os estudantes que se voluntariaram em participar dessa pesquisa se demonstraram interessados diante de sua execução. As respostas referentes às

questões propostas foram enviadas pelos estudantes de maneira privada pelo *WhatsApp*, as demais discussões foram abertas e feitas durante o encontro.

Foram realizados quatro encontros de aproximadamente 120 minutos cada, organizados conforme Quadro 3.

Quadro 3: Organização das atividades

Semana 1	Encontro 1	Miscibilidade de diferentes materiais	Modelo Atômico de Dalton
	Encontro 2	Experimento de Dilatação	Modelo Atômico de Dalton
Semana 2	Encontro 3	Experimento de Eletrostática	Modelo Atômico de Thomson
	Encontro 4	Discussões finais e encerramento	Modelos Atômicos de Dalton Thomson

Fonte: a autora

As atividades foram realizadas pelo *Google Meet*. Os experimentos utilizados foram gravados e apresentados nos encontros.

Para os resultados apresentados nesta pesquisa foram levados em consideração o conhecimento prévio dos estudantes, o conhecimento científico e a importância dessa abordagem para a sociedade

As questões apresentadas pelos estudantes foram avaliadas com base na Análise de Conteúdo de Bardin (2011). Para a autora, a análise de conteúdos perpassa por três fases: a pré-análise; a exploração do material e tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Como ressalta Bardin (2011), a pré-análise é a fase da organização e corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise. No entanto, esse processo de organização é bem flexível. Essa fase se inclui a leitura “flutuante” que é um primeiro contato com os documentos que serão analisados.

Nessa perspectiva foi feita a transcrição dos encontros com as falas dos estudantes e da pesquisadora. O material foi analisado conforme os objetivos propostos nesta pesquisa. Realizamos uma exploração do material conforme a Análise de Conteúdo de Bardin (2011).

As respostas apresentadas pelos estudantes foram avaliadas de acordo com o uso adequado dos termos científicos, ou seja, se os estudantes apresentaram ou não conhecimento científico. A classificação foi dividida em **adequada** (quando apresenta conceitos satisfatórios), **parcialmente adequada** (quando em parte apresenta conceitos satisfatórios) e **inadequada** (quando não apresenta conceitos satisfatórios) tendo como base de avaliação o exposto pela comunidade científica e cada Modelo Atômico proposto. Os desenhos dos alunos foram avaliados com base no referido Modelo Atômico.

Ressaltamos que cada estudante recebeu um código com a letra “E”, seguido de um número, de 1 a 12. Esse código se manteve o mesmo em todos os encontros.

Todos os experimentos foram realizados de acordo com os Momentos propostos por Silva, Machado e Tunes (2019) que foram adaptados e resumidos no Quadro 4:

Quadro 4: Descrição dos Momentos para realização de atividades experimentais demonstrativo-investigativas

MOMENTO	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
0	Perguntas e Questionamentos	Perguntas e questionamentos a respeito do que os estudantes acreditam que irá acontecer em cada situação apresentada.
1	Experimento	Realização do experimento.
2	Observação	Descrever o que foi visualizado durante a realização do experimento.
3	Hipóteses	Perguntar por meio de questões pré-definidas, para que os alunos levantem hipóteses, ou seja, possíveis explicações para o fenômeno observado.
4	Interpretação Submicroscópica	O professor deve recorrer às teorias científicas disponíveis que expliquem o fenômeno observado a nível atômico molecular. Este momento se refere ao conteúdo teórico.
5	Discussões	Esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam.
6	Expressão representacional	Introduzir a expressão representacional como um resumo do que foi observado e do que foi explicado.
7	Síntese	Responder novamente à(s) pergunta(s) feita (s) no momento 3, tendo como base as discussões realizadas no decorrer da atividade e levando em consideração, além do que foi observado, a interpretação submicroscópica e a expressão representacional.

Continuação

MOMENTO	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
8	Implicações	Discutir sobre possíveis implicações do fenômeno. Estas podem ser sociais, culturais, políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais etc. e de sua vivência em geral relacionadas à atividade experimental.
9	Resíduos	Discutir sobre a possível geração de resíduos para a realização dos experimentos.

Fonte: adaptado de Silva, Machado e Tunes (2019)

Encontro 1 - Experimento: Miscibilidade de Diferentes Materiais – Modelo Atômico de Dalton

Objetivo: Explicar por que alguns materiais são miscíveis e outros são imiscíveis em água, bem como a organização dos átomos para explicar densidade com base no Modelo Atômico de Dalton.

Conforme apresentado no Quadro 4 as atividades foram divididas em 9 momentos:

Momento Zero - Perguntas e Questionamentos: O encontro teve início com a realização de perguntas e questionamentos a respeito do que os estudantes acreditavam que aconteceria em cada situação apresentada.

Primeiro Momento - Experimento: Sugerindo-se utilizar a experimentação de forma investigativa, após os questionamentos, realizou-se o experimento sobre a miscibilidade de diferentes materiais. Inicialmente foi apresentado aos estudantes 6 (seis) béqueres, cada um com um material: água oxigenada, vinagre, álcool 70° INPM, óleo de soja, areia e água.

Segundo Momento - Observação: Como abordado por Johnstone (1994), é importante trabalhar um nível do conhecimento químico por vez. Nesse segundo momento daremos atenção a questão macroscópica. Este momento consiste na observação dos estudantes e discussões sobre os fenômenos observados. Durante a realização do experimento, os discentes foram questionados sobre o que achavam que aconteceria se fosse adicionada água em cada um dos 5 (cinco) béqueres, bem como relatar o que foi observado após cada demonstração.

Terceiro momento - Hipóteses: os estudantes tiveram que formular hipóteses sobre o que observam durante o experimento, para tanto, foi solicitado que respondessem as seguintes perguntas:

1 - Por que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são miscíveis (se misturam) em água?

2 - Por que o óleo de soja e a areia são imiscíveis (não se misturam) em água?

As perguntas foram utilizadas com o objetivo de avaliar as concepções prévias sobre o que foi observado, as respostas foram enviadas pelo *WhatsApp* de forma privada.

Foi solicitado ainda que os estudantes fizessem desenhos de como imaginam os átomos em cada uma das misturas apresentadas, a fim de se perceber como os discentes acreditam ser a interação entre os constituintes, as respostas foram enviadas pelo *WhatsApp* de forma privada.

Quarto Momento - Interpretação Submicroscópica: Diante das discussões realizadas durante o momento anterior, foi introduzida a interpretação submicroscópica. Foram realizadas indagações sobre a natureza das “coisas”, até chegar ao termo “átomo”.

Esse momento foi pautado pela explicação sobre a Teoria Atômica de Dalton com as seguintes abordagens:

- A vida de Dalton;
- Como Dalton representava os átomos e elementos simples e compostos;
- O Modelo Atômico de Dalton na representação de átomos e substâncias;
- Misturas de gases;
- Estados físicos da matéria;
- Organização dos átomos/moléculas; e
- Discussão do experimento e os principais pontos da Teoria Atômica de Dalton com base nos três níveis do conhecimento químico: macroscópico, representacional e submicroscópico.

Quinto Momento - Discussões: Foram realizadas discussões sobre as respostas enviadas pelos estudantes no terceiro momento, a partir dessas respostas, foram esclarecidas dúvidas sobre o átomo bem como os conceitos miscibilidade e densidade.

Sexto Momento - Expressão Representacional: Diante de tudo o que foi observado e explicado foram feitas discussões sobre a representação do átomo por Dalton e sua relação com os desenhos feitos pelos estudantes.

Sétimo Momento - Síntese: Foi solicitado que os alunos respondessem no caderno, novamente as questões apresentadas no terceiro momento, agora tendo como base também suas interpretações submicroscópicas sobre os fenômenos e tendo em vista todas as discussões realizadas no encontro.

1 - Por que a água oxigenada, o álcool e o vinagre são miscíveis em água?

2 - Por que a areia e o óleo são imiscíveis em água? Por que o óleo fica na parte superior ao ser colocado no mesmo recipiente com água? Por que a areia fica na parte inferior quando colocada num mesmo recipiente com água?

Essas questões foram apresentadas aos estudantes objetivando perceber a compreensão deles diante de tudo o que foi exposto, só que neste momento com base em uma interpretação submicroscópica e embasados na Teoria Atômica de Dalton. As respostas foram enviadas pelo *WhatsApp* de forma privada.

Oitavo momento - Implicações: Foram realizadas discussões inerentes à importância destes conhecimentos para a sociedade

Nono momento - Resíduos: Foi abordado quanto ao descarte dos materiais utilizados.

Encontro 2 - Experimento de Dilatação - Modelo Atômico de Dalton

Objetivo: Discutir o Modelo Atômico de Dalton com base em um experimento de dilatação térmica.

Tendo-se como base o proposto por Silva, Machado e Tunes (2019), Quadro 4, a atividade foi realizada da seguinte maneira:

Momento Zero - Perguntas e Questionamentos: O encontro teve início com a realização de perguntas e questionamentos a respeito do que os estudantes acreditavam que iria acontecer na situação apresentada.

Primeiro Momento - Experimento: Realização do experimento “Anel de Gravesande”.

Segundo Momento - Observação: Os estudantes tiveram que observar o que acontece com a esfera do experimento antes, durante e após seu aquecimento.

Terceiro Momento - Hipóteses: partindo-se da observação macroscópica dos estudantes, após assistir ao vídeo, tiveram que formular hipóteses sobre o que observaram a partir das questões a seguir:

1 - Por que a esfera depois de aquecida não passa mais pelo anel?

2 - Por que depois de algum tempo a esfera volta a passar pelo anel?

As questões do terceiro momento foram apresentadas para se perceber a concepção prévia dos estudantes e suas observações macroscópicas diante de um experimento. As hipóteses foram enviadas pelo *WhatsApp* de forma privada.

Quarto Momento: Interpretação Submicroscópica: Foram realizadas discussões referentes à dilatação, tendo como base a teoria atômica de Dalton.

Quinto Momento - Discussões: Foram realizadas discussões sobre as respostas enviadas pelos estudantes no terceiro momento, a partir dessas respostas, foram esclarecidas dúvidas sobre dilatação.

Sexto Momento - Expressão representacional: Diante do que foi observado e abordado foram feitas discussões sobre a representação do átomo por meio de um modelo representacional (imagem) enfatizando o que acontece com os átomos quando um material é dilatado.

Sétimo Momento - Síntese: Tendo como base o que foi exposto, os estudantes tiveram que novamente responder a seguinte questão (apresentada no terceiro momento) e enviar de forma privada pelo *WhatsApp*.

1 - Por que a esfera depois de aquecida não passa mais pelo anel?

A questão foi feita para que pudéssemos lembrar as discussões apresentadas no encontro anterior quanto ao átomo e avaliar a interpretação submicroscópica dos estudantes diante do experimento.

Oitavo Momento - Implicações: Os estudantes foram questionados quanto à importância desse estudo para a sociedade e se tem alguma aplicação no nosso cotidiano. Foi exibido um vídeo sobre as juntas de dilatação da Ponte Juscelino Kubitschek (JK) do Distrito Federal (DF) e imagens de juntas de dilatação em pontes e prédios. Os alunos tiveram que responder a seguinte questão:

1 - Qual a função de uma junta de dilatação?

As respostas foram enviadas de forma privada pelo *WhatsApp*. Diante da questão, foi verificada a abordagem de conceitos técnicos presentes nas respostas dos estudantes.

Nono Momento - Resíduos: Foi abordado o descarte dos materiais utilizados.

Encontro 3 - Experimento de Eletrostática - Modelo Atômico de Thomson

Objetivo: Discutir o Modelo Atômico de Thomson com base em experimentos de eletrostática.

Tendo-se como base a abordagem proposta por Silva, Machado e Tunes (2019), Quadro 4, deu-se início às atividades seguindo:

Momento Zero - Perguntas e Questionamentos: O encontro teve início com a realização de perguntas e questionamentos a respeito do que os estudantes acreditavam que aconteceria em cada uma das situações apresentadas.

Primeiro Momento - Experimento: Iniciou-se a realização de experimentos sobre eletrização por atrito. O experimento foi dividido em seis partes utilizando diferentes materiais em cada uma.

Segundo Momento - Observação: Para cada parte apresentada, foi pedido aos estudantes que descrevessem os fenômenos observados.

Terceiro Momento - Hipóteses: A fim de se compreender a percepção dos estudantes diante dos fenômenos observados, foram questionados:

Questão 1: “Por que vocês acham que esses fenômenos aconteceram? Como vocês explicariam os fenômenos observados?”

Os discentes escreveram o que observaram em cada um dos casos. As respostas foram enviadas pelos alunos por *Whatsapp*. O questionamento realizado aqui foi utilizado para avaliar a observação macroscópica dos estudantes diante do experimento e o conhecimento prévio diante da temática. Os discentes também foram questionados sobre o que acreditam ter no átomo que gera essa atração ou repulsão entre os materiais.

Quarto Momento - Interpretação Submicroscópica: Neste momento foi lembrado o Modelo Atômico de Dalton e enfatizando que diversos fenômenos não

podem ser explicados por sua teoria. Discutiu-se então sobre o Modelo Atômico de Thomson, iniciou-se com a apresentação de um vídeo do experimento “Tubo de Raios Catódicos”, semelhante ao realizado por Thomson. Os estudantes foram questionados diante de todos os casos apresentados.

Foram realizadas no encontro as seguintes discussões:

- A vida de Thomson;
- Estudo dos gases e o tubo de raios catódicos;
- Discussão sobre elétrons;
- Ganho e perda de elétrons;
- Discussão sobre Eletricidade Estática;
- Diferença de cargas;
- Atração e Repulsão;
- Expressão representacional;
- Principais pontos da Teoria Atômica de Thomson.

Quinto Momento - Discussões - Este momento foi destinado às discussões e dúvidas dos estudantes diante dos conceitos apresentados, bem como termos expostos em suas respostas, como ímã.

Sexto Momento - Expressão representacional: Foram feitas discussões sobre a representação do átomo por meio de um modelo (imagem) enfatizando suas cargas elétricas.

Sétimo Momento - Síntese: após todas as discussões apresentadas, os estudantes tiveram que responder à pergunta apresentada no terceiro momento, só que agora tendo como base todas as explicações e levando em consideração a Teoria Atômica de Thomson.

Questão 2: explique o que acontece em cada parte do experimento apresentado.

A questão foi realizada para avaliar a interpretação submicroscópica dos estudantes e o conhecimento científico com base na temática proposta, tendo em vista todas as discussões realizadas no encontro. As respostas foram enviadas pelo *WhatsApp* de forma privada.

Oitavo Momento - Implicações: foram levantadas questões cotidianas sobre a temática, enfatizando a importância do conhecimento apresentado. Foram relatados casos como: levar choque ao encostar em alguém; pentear os cabelos com pente de

plástico deixam *frizz*; não sair e entrar no carro durante o abastecimento dos carros, e algumas observações sobre fábricas de tecidos.

Foram passados aos alunos dois vídeos, o primeiro apresentando um acidente durante o abastecimento de um carro em posto de gasolina e o segundo de um acidente em um caminhão de transporte de tecido. Os alunos foram questionados sobre o que foi observado e a importância desses estudos.

Nono Momento - Resíduos: Discutiu-se sobre a geração de resíduos dos materiais utilizados no experimento.

Encontro 4: Discussões finais e encerramento

Objetivo: Perceber o conhecimento científico no dia a dia tendo como referência as Teorias Atômicas de Dalton e Thomson.

Este encontro não foi pautado pelos momentos, foi destinado às discussões gerais sobre o que foi abordado no decorrer das atividades. Considerando o objetivo deste encontro e visando perceber a interpretação dos estudantes diante de fenômenos cotidianos, foram apresentadas duas situações das quais resultaram discussões abertas sobre cada uma. Desejávamos perceber aqui se os estudantes conseguem associar aquele conteúdo trabalhado em sala de aula com fenômenos do dia a dia.

Situação 1 - Espanador de pó eletrostático

O encontro teve início com a apresentação de um vídeo utilizando um Espanador Eletrostático. A fim de analisar a percepção dos alunos diante da atividade, foi pedido que respondessem:

1 - Explique o funcionamento de um espanador eletrostático.

Situação 2 - Colher com mancha de corante (Açafrão)

Foi mostrada aos estudantes uma colher de plástico manchada com o corante “açafrão”, pediu-se que os estudantes respondessem:

2 - Porque a colher fica manchada após seu contato com o corante, e o mesmo não acontece, por exemplo, com uma colher de metal?

Para finalizar a atividade, foi realizada leituras de trechos dos livros de Dalton e Thomson relatando suas Teorias Atômicas, empregando-as aos experimentos propostos nos encontros anteriores. Durante a leitura foram lembrados os experimentos e a aplicabilidade cotidiana da temática.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) E DO CURRÍCULO EM MOVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL

Com o objetivo de selecionar os experimentos que foram efetivados na investigação, foi realizada uma análise de como o conteúdo de Química é apresentado na BNCC e no Currículo em Movimento do Distrito Federal nos anos finais do ensino Fundamental na disciplina de Ciências.

A BNCC apresenta a relação das unidades temáticas, Objetos de Conhecimento (Anexo 1) e Habilidades (Anexo 2) que devem ser observadas no processo de ensino aprendizagem nos anos finais do ensino fundamental.

Os conteúdos de Ciências voltados para a área de Química no ensino fundamental apresentam-se explícitos na Unidade Temática Matéria e Energia, no entanto podemos perceber a abordagem implícita da Química nas demais unidades temáticas. Para a realização dessa proposta levaremos em consideração somente os objetos de conhecimento dispostos na unidade temática Matéria e Energia. Nesse sentido, apresentam-se no (Anexo 2) somente as Habilidades propostas pela BNCC voltadas à essa unidade temática.

Já no Distrito Federal, a organização curricular da educação básica é abordada no Currículo em Movimento da Educação Básica. O Currículo em Movimento segue a mesma direção da BNCC, conteúdos voltados ao ensino de química no ensino fundamental estão presentes do 6º ao 9º ano. No entanto, esse currículo apresenta os conteúdos e os objetivos que serão abordados em cada Unidade Temática (Anexo 3), porém de forma mais detalhada do que a maneira como os conteúdos são apresentados na BNCC.

É percebida uma grande relação do Currículo em Movimento do Distrito Federal com a BNCC. Nota-se a inserção do ensino de Química do 6º ao 9º ano, explicitamente ou implicitamente no Currículo. No entanto, observa-se que para o 6º ano do ensino fundamental os conteúdos de Química propostos são apresentados em seus aspectos macroscópicos, o que conseguimos observar, e em alguns momentos representacionais, como algumas fórmulas químicas. Já no 9º ano começam a surgir abordagens submicroscópicas do conteúdo, inclusive aparece de maneira explícita tanto nas Habilidades apresentadas na BNCC quanto nos objetivos da aprendizagem apresentados no Currículo em Movimento. Nesse sentido, ressaltamos a importância de os alunos reconhecerem os três níveis no conhecimento químico.

Bem como a BNCC, na literatura apresenta-se a importância de se estudar os Modelos Atômicos, Mortimer (1995) aborda que o estudo dos Modelos Atômicos tem um papel fundamental por ser este o alicerce da Química. Para o autor tanto os estudantes do ensino fundamental como do ensino médio apresentam concepções alternativas sobre essa abordagem, não conseguindo relacionar os Modelos Atômicos com o comportamento da matéria.

Nesse sentido, compreende-se que a temática Estrutura da Matéria é conteúdo a ser abordado no 9º ano do Ensino Fundamental. A partir das análises realizadas, foram escolhidas as atividades experimentais que trazem relação com os Modelos Atômicos de Dalton e Thomson tendo em vista os conteúdos de Matéria e Energia estudando pelos alunos nos anos finais do ensino fundamental. Nessa perspectiva poderemos relacionar o conhecimento prévio dos alunos vindo das aprendizagens teóricas bem como seus conhecimentos cotidianos.

Pelo exposto foi possível buscar experimentos que permitissem discussões sobre o Modelo Atômico de Dalton e Thomson que trazem relação com os conteúdos de Ciências abordados nos anos finais do ensino fundamental (Quadro 5).

Quadro 5: Modelos Atômicos abordados relacionados aos conteúdos trabalhados nos anos precedentes ao 9º ano do Ensino Fundamental

Abordagem	Ano	Modelo Atômico utilizado para trabalhar o conteúdo
Misturas	6º ano	Modelo Atômico de Dalton
Dilatação Térmica	7º ano	Modelo Atômico de Dalton
Fenômenos Elétricos	8º ano	Modelo Atômico de Thomson

Fonte: a autora

Nesse sentido, foram gravados vídeos dos experimentos. Todos os vídeos utilizados para apresentação da experimentação podem ser acessados pelos links presentes no Quadro 6.

Quadro 6: Links dos vídeos apresentados nas nos encontros

Encontro	DESCRIÇÃO	LINK
1	Experimento de miscibilidade.	https://youtu.be/3s_GsqDazSc
2	Experimento de dilatação	https://youtu.be/bkA7dVxLLEw
2	Falhas nas juntas de dilatação da ponte JK no DF.	https://globoplay.globo.com/v/8302113
3	Tubo de raios catódicos	https://www.youtube.com/watch?v=JcxbmK4XmBM
3	Eletrização por Atrito - PARTE I	https://youtu.be/baJINgymDfw
3	Eletrização por Atrito - PARTE II	https://youtu.be/fvOOgdkc1WM
3	Eletrização por Atrito - PARTE III	https://youtu.be/79oo_1ReTrg
3	Eletrização por Atrito - PARTE IV	https://youtu.be/4IKOQDo05wl
3	Eletrização por Atrito - PARTE V	https://youtu.be/98H4RQ4Y0as
3	Eletrização por Atrito - PARTE VI	https://youtu.be/PJZt5trVUkQ
3	Estática – Tecidos	https://www.youtube.com/watch?v=GjiU4VvUSPo
3	Estática – Abastecimento	https://www.youtube.com/watch?v=Jm0vCDFYysk
4	Espanador de pó eletrostático	https://youtu.be/TAPkGcs3deo

Fonte: a autora

4.2 ORGANIZAÇÃO DOS ENCONTROS

4.2.1 A TEORIA ATÔMICA DE DALTON (ENCONTRO I)

Número de participantes: 12 estudantes

A atividade teve início com a realização de um experimento intitulado Miscibilidade de Diferentes Materiais. O experimento foi gravado anteriormente e passado em partes para os estudantes. Como um dos objetivos desta pesquisa é a utilização de atividades experimentais com viés investigativo, apresentaremos aqui algumas das discussões feitas durante a realização dos experimentos, e, posteriormente os resultados. Como exposto na metodologia as atividades seguiram o modelo proposto por Silva, Machado e Tunes (2019):

Momento 0 - Perguntas e Questionamentos

Inicialmente foram apresentados aos estudantes 6 (seis) béqueres (Figura 6), cada um contendo um material: água oxigenada, vinagre, areia, óleo de soja, álcool 70° e água.

Figura 6: Béqueres contendo os materiais



Fonte: a autora

Antes da realização do experimento, os estudantes foram questionados sobre o que acham que aconteceria em cada situação apresentada. Como relatado por Johnstone (2009), é importante iniciar a abordagem a partir daquilo que os estudantes já sabem ou pensam que sabem ou entendem. A abordagem investigativa tem fundamental importância no desenvolvimento desta atividade, assim, a interação com os discentes se torna imprescindível. As perguntas realizadas objetivavam despertar o interesse dos estudantes para o experimento. A seguir apresentamos alguns diálogos que foram feitos no início do encontro, antes da exposição do experimento.

Pesquisadora: O que vocês acham que acontece se eu adicionar água no béquer que contém água oxigenada?

E11: ela vai oxidar ou reduzir.

E3: acho que vai diminuir a concentração, existe água oxigenada de 50, 40, 30, 20, 10 e 5 volumes

E10: vai aumentar a quantidade e ficar mais líquida

Pesquisadora: O que vocês acham que acontece se eu adicionar água no béquer que contém vinagre?

E9: Não sei se vai acontecer que nem o óleo, porque o óleo sobe né? E a água fica em baixo (SIC).

E10: Vai se misturar.

Pesquisadora: O que vocês acham que acontece se eu adicionar água no béquer que contém areia?

E4: A areia vai sugar a água. A areia vai ficar molhada.

E3: Não sei, eu acho que a água dilui a areia não.

Pesquisadora: O que vocês acham que acontece se eu adicionar água no béquer que contém álcool 70° INPM?

E3: Acho que o volume diminui também, não vai mais ter álcool 70

Pesquisadora: O que vocês acham que acontece se eu adicionar água no béquer que contém óleo de soja?

E9: O óleo vai subir, ele sobe

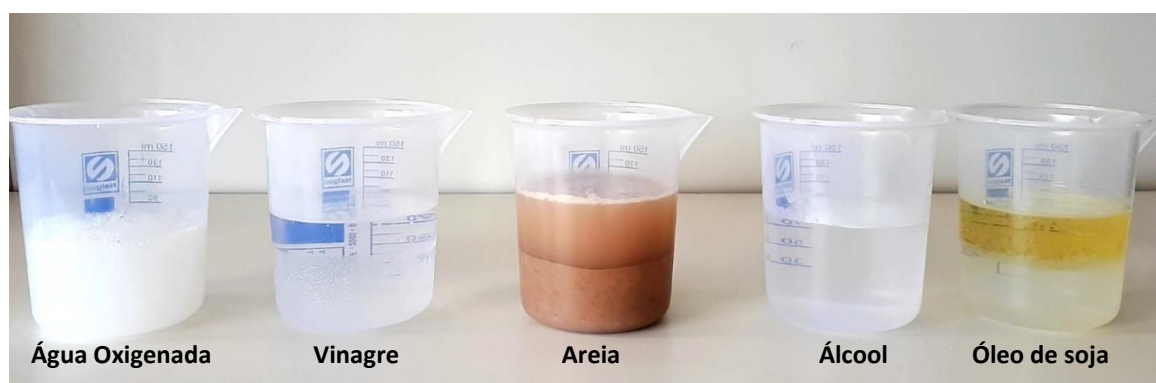
E4: O óleo vai ficar por cima, porque a densidade do óleo é menor que a da água

Já nessa primeira manifestação, é possível perceber, pelo diálogo, que os estudantes apresentam um conhecimento cotidiano atrelado a utilização de termos técnicos, como “oxidar”. Por isso, consideramos importante discutir os conceitos explicitados pelos discentes, pois concordamos com Mortimer, Machado e Remanelli (2000) que defendem a elaboração de um currículo de Química interagindo com o discurso científico e cotidiano. Essas discussões vieram à tona no Momento 5.

Momento 1 – Experimento: Após as perguntas e questionamentos, foi realizado o experimento.

Momento 2 - Observação: Este momento consiste na descrição do que foi observado no experimento. Os materiais podem ser miscíveis ou imiscíveis em água. É possível observar que os materiais imiscíveis podem ficar na parte superior ou na parte inferior do recipiente (Figura 7).

Figura 7: Béqueres contendo as misturas



Fonte: a autora

Após colocar água nos béqueres, os estudantes tiveram que responder o que aconteceu com os materiais de cada recipiente, ou seja, o que foi observado macroscopicamente em cada um dos casos. As respostas dos estudantes são apresentadas a seguir:

Parte I

Estudantes: Misturou.

E9: A cor ficou mais fraca.

Parte II

Estudantes: misturou.

Parte III

Estudantes: Não misturou.

Parte IV

Estudantes: Misturou.

Parte V

Estudantes: Não misturou, o óleo ficou em cima.

Momento 3 - Hipóteses: A partir da observação macroscópica, os discentes puderam levantar hipóteses para explicar os fenômenos, para tanto, responderam às seguintes questões:

Questão 1A - Por que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são miscíveis (se misturam) em água?

Questão 2A - Por que o óleo de soja e a areia são imiscíveis (não se misturam) em água?

Os alunos não conheciam o termo “miscibilidade”, seu conceito foi então discutido antes do envio das respostas pelos discentes.

O objetivo de todas as atividades apresentadas nesta pesquisa é perpassar pelos três níveis do conhecimento químico, sendo abordados separadamente, a fim de não sobrecarregar a memória de trabalho conforme relata Johnstone (2009). Por ter enfatizado que os discentes deveriam levantar suas hipóteses sobre apenas o que foi observado, esperava-se que eles expusessem apenas suas observações macroscópicas, ou seja, o que viram acontecer, porém, alguns apresentaram interpretações submicroscópicas. Nesse sentido, a primeira análise foi para quantificar quantos discentes explicaram o fenômeno por uma interpretação macroscópica, submicroscópica ou híbrida, quando ambos os vieses aparecem no discurso (Tabelas 3 e 4). As respostas foram enviadas de maneira privada pelo *WhatsApp*.

Tabela 3: Questão 1A - Por que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são miscíveis (se misturam) em água?

	Macroscópica	Submicroscópica	Híbrida	TOTAL
Participantes	8	4	0	12
Porcentagem	67%	33%	0%	100%

Fonte: a autora

Tabela 4: Questão 2A - Porque o óleo de soja e a areia são imiscíveis (não se misturam) em água?

	Macroscópica	Submicroscópica	Híbrida	TOTAL
Participantes	9	0	3	12
Porcentagem	75%	0%	25%	100%

Fonte: a autora

As discussões foram realizadas objetivando identificar as concepções prévias dos estudantes. No entanto, mesmo enfatizando que as respostas deveriam ser com ênfase naquilo que observaram, alguns estudantes trouxeram interpretações submicroscópicas, como podemos observar nas respostas apresentadas a seguir.

As respostas foram enviadas pelo *WhatsApp* de forma privada.

Pesquisadora: Com base no que foi observado e com o conhecimento de vocês explique o que aconteceu no experimento respondendo: **Questão 1A** - Por que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são miscíveis (se misturam) com a água?

Algumas respostas apresentadas pelos estudantes bem como sua classificação são apresentadas a seguir:

Observação macroscópica:

E5: Porque eles têm água na composição.

E8: Pois eles são solúveis na água.

Intepretação submicroscópica:

E1: Porque a água também tem elementos que também contém no álcool, na água oxigenada e no vinagre.

E7: Porque as ligações deles são mais fracas.

Pesquisadora: Com base no que foi observado e com o conhecimento de vocês explique o que aconteceu no experimento respondendo: **Questão 2A**- Porque a areia e o óleo são imiscíveis (não se misturam) com a água?

Algumas respostas apresentadas pelos estudantes bem como sua classificação são apresentadas a seguir:

Observação Macroscópica

E5: Eles não têm água na composição.

E7: A água é mais densa que o óleo, a areia é mais densa que a água.

E8: Pois eles têm densidades diferentes da água.

Interpretação Híbrida

E1: Pois o óleo é menos denso que a água, e a areia é composta por minerais que não se diluem na água. A areia fica por baixo ao se juntar com a água porque contém elementos químicos diferentes, que faz com que o átomo fique mais pesado ou mais leve.

A partir da análise foi observado que todos fizeram uso de termos técnicos, tais como: densidade, composição, diluição e elementos. Entretanto muitas vezes de maneira inadequada. Por exemplo:

Questão 1A

E3: Porque são líquidos e com densidade igual a da água

E11: Porque a densidade do álcool, da água oxigenada e do vinagre é mais baixa que a da água

Questão 2A

E1: Pois o óleo é menos denso que a água, e a areia é composta por minerais que não se diluem na água. A areia fica por baixo ao se juntar com a água porque contém elementos químicos diferentes, que faz com que o átomo fique mais pesado ou mais leve

E4: Porque a areia é um sólido fica em baixo e o óleo tem densidade menor que a da água e fica em cima

Os dados quantitativos de adequabilidade estão expostos na Tabela 5 e Tabela 6 onde podemos verificar que 42% dos pesquisados, não usam os termos técnicos de modo completamente adequado na questão 1A e apenas 8% usaram o termo de modo adequado na questão 2A.

Assim, mesmo que o discente faça uso de termos técnicos, esses muitas vezes são utilizados de forma equivocada, ou seja, eles conhecem o termo, mas não compreendem seu significado.

Tabela 5: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 1A)

	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada	TOTAL
Participantes	5	2	5	12
Porcentagem	42%	16%	42%	100%

Fonte: a autora

Tabela 6: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 2A)

	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada	TOTAL
Participantes	1	3	8	12
Porcentagem	8%	25%	67%	100%

Fonte: a autora

Percebeu-se que muitos estudantes utilizaram o termo densidade para justificar a miscibilidade ou imiscibilidade dos materiais, o que pudemos notar nas falas do E1, E7 e E8. Relatos semelhantes já foram apresentados na literatura, Broietti, Ferracin e Arrigo (2018), em pesquisa realizada com exploração do conceito de densidade, as autoras relataram que os estudantes apresentam dúvidas quanto ao seu conceito relacionando-o à fluabilidade dos corpos. As autoras relatam que é comum os alunos associarem os termos fluabilidade e imiscibilidade com o conceito de densidade.

As autoras enfatizam que há necessidade de mais discussões quanto à abordagem, bem como discussões de diferentes estratégias que possam auxiliar nessa aprendizagem nos diversos níveis de ensino. Pelo exposto, ressaltados que a conceituação de densidade com base na teoria atômica de Dalton pode ser uma estratégia de ensino-aprendizagem, como veremos posteriormente.

Advertimos ainda que as atividades aqui presentes foram elaboradas para sua realização no ensino fundamental, por isso não são abordadas questões como polaridade nas discussões sobre densidade nem termodinâmica para explicar o motivo de algumas substâncias serem miscíveis ou não em água.

Silva, Machado e Tunes (2019) destacam que o professor deve dar atenção às repostas formuladas pelos estudantes que diferem muito do conhecimento científico

aceito, assim, é importante realizar diálogos e formular questões desafiadoras de modo que os estudantes exercitem suas habilidades argumentativas.

Com base nas respostas apresentadas pelos estudantes, algumas discussões foram realizadas. Foi explicado que a densidade do material é importante para realizar sua identificação, sendo então uma propriedade específica da matéria, ou seja, cada material apresenta uma densidade diferente. Foi também discutida a relação entre miscibilidade e densidade, tendo como base as repostas apresentadas anteriormente pelos discentes. Outras discussões foram concretizadas:

Pesquisadora: Por que alguns materiais são miscíveis e outros imiscíveis em água?

E12: Quem tem densidade menor dilui na água.

Pesquisadora: Considerando isso, o óleo deveria diluir na água, já que vocês me falaram que a densidade dele é menor que a da água.

E4: A consistência deles precisa ser parecida.

Pesquisadora: O sal de cozinha é miscível ou imiscível em água?

Estudantes: miscível

Pesquisadora: Mas ele não é líquido, por que então ele dilui na água?

Os estudantes não deram nenhuma resposta.

A condução da discussão explicitada foi feita considerando o exposto por Sisto (1993). O autor relata a importância de considerar a geração de um conflito cognitivo no diálogo com o discente. Segundo o autor, esse conflito “trata-se em decorrência, de fornecer elementos que não estão sendo considerados, e, portanto, negativos, para o sujeito cognoscente, de modo que tenham a função de perturbações cognitivas” (p.43). Assim, se espera que ao expor a inconsistência do argumento do aluno, ele reveja sua hipótese.

Após a exposição do ponto que deveria gerar um conflito cognitivo, os estudantes não deram sequência ao diálogo. Melo e Neto (2013) relatam experiências semelhantes. Os autores abordam que em uma atividade quando os alunos perceberam que erraram, ficaram aguardando uma resposta correta marcando a “prática do discurso do mestre, pois nele o professor é o detentor do conhecimento

sem possibilidade de contestação por parte do aluno” (p. 121). Os autores relatam ainda que a elaboração de modelos mentais pelos alunos não ocorre de maneira brusca por intermédio de uma questão problematizadora, um experimento ou um texto, sendo fundamental a elaboração de novas questões, pensar novas formas de mediar além de prosseguir no estudo das dificuldades dos estudantes.

No entanto, diante do tempo hábil para a realização da atividade, essas novas discussões não foram possíveis neste momento, tendo sido retomadas durante a explicação da teoria atômica de Dalton com apresentação da expressão representacional e submicroscópica. Percebe-se que muitos estudantes trazem um conhecimento prévio inadequado de acordo com o conhecimento científico aceito, mesmo trazendo termos científicos como densidade, solubilidade e estado físico, estes termos foram utilizados muitas vezes de forma equivocada. Assim, foi discutido nesse primeiro momento questões quanto as definições de densidade e solubilidade, com foco somente na observação macroscópica.

Foram realizadas ponderações sobre a constituição da matéria, a fim de dar início à abordagem submicroscópica. Partindo das respostas de 33% dos estudantes que justificaram os fenômenos observados no experimento por “elementos” e “ligações químicas”.

Pesquisadora: A água é formada de que?

E4 e E3: Hidrogênio e Oxigênio.

Pesquisadora: O Hidrogênio e o Oxigênio são o que?

E3: São moléculas. São gases.

E4: São átomos.

Considerando-se o exposto, prosseguiu-se:

Pesquisadora: Se tudo é formado por átomos, como vocês representariam com desenhos cada uma das soluções expostas durante o experimento: água + água oxigenada; água + álcool; água + óleo; água + areia; água + vinagre.

Para fazer os desenhos, os alunos utilizaram bolas de diferentes cores (Figura 8), símbolos (Figura 9) e pinturas (figura 10) a fim de representar os constituintes dos materiais (Gráfico 1).

Figura 8: Desenho feito pelo E3 para representar o experimento

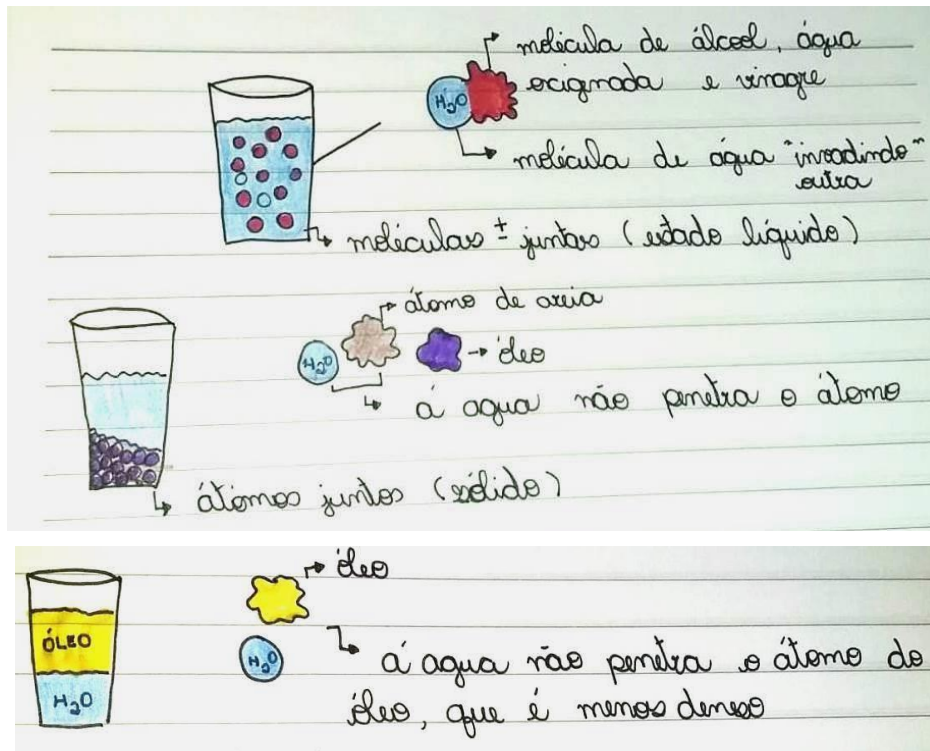


Figura 9: Desenho feito pelo E4 para representar o experimento

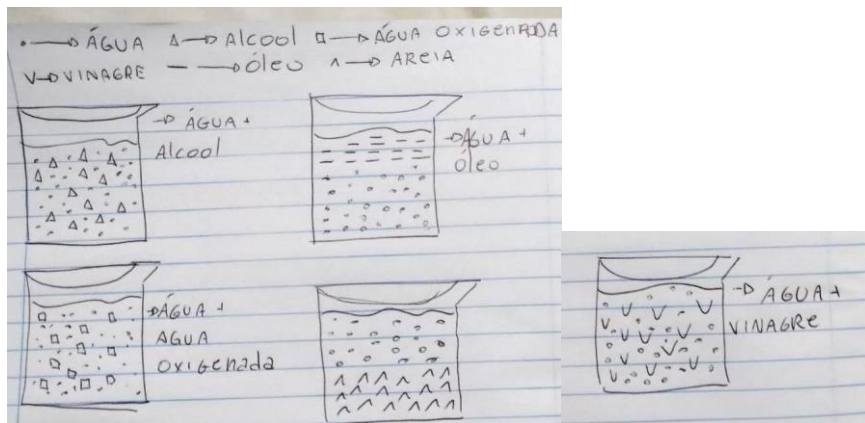


Figura 10: Desenho feito pelo E5 para representar o experimento

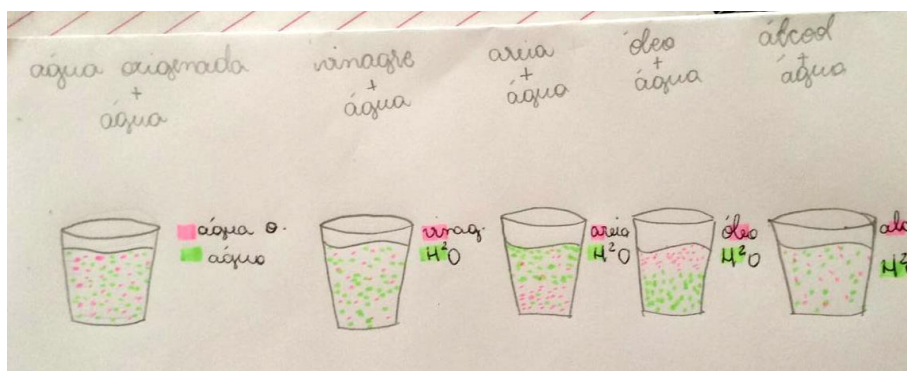
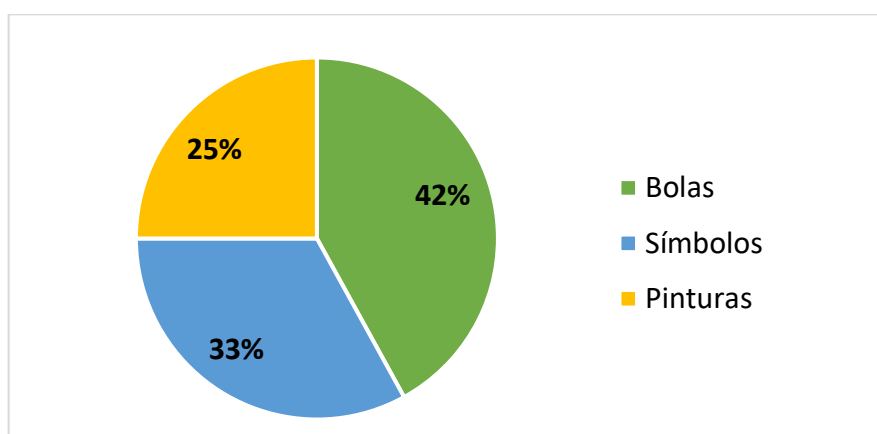


Gráfico 1: Interpretação submicroscópica apresentada pelos estudantes



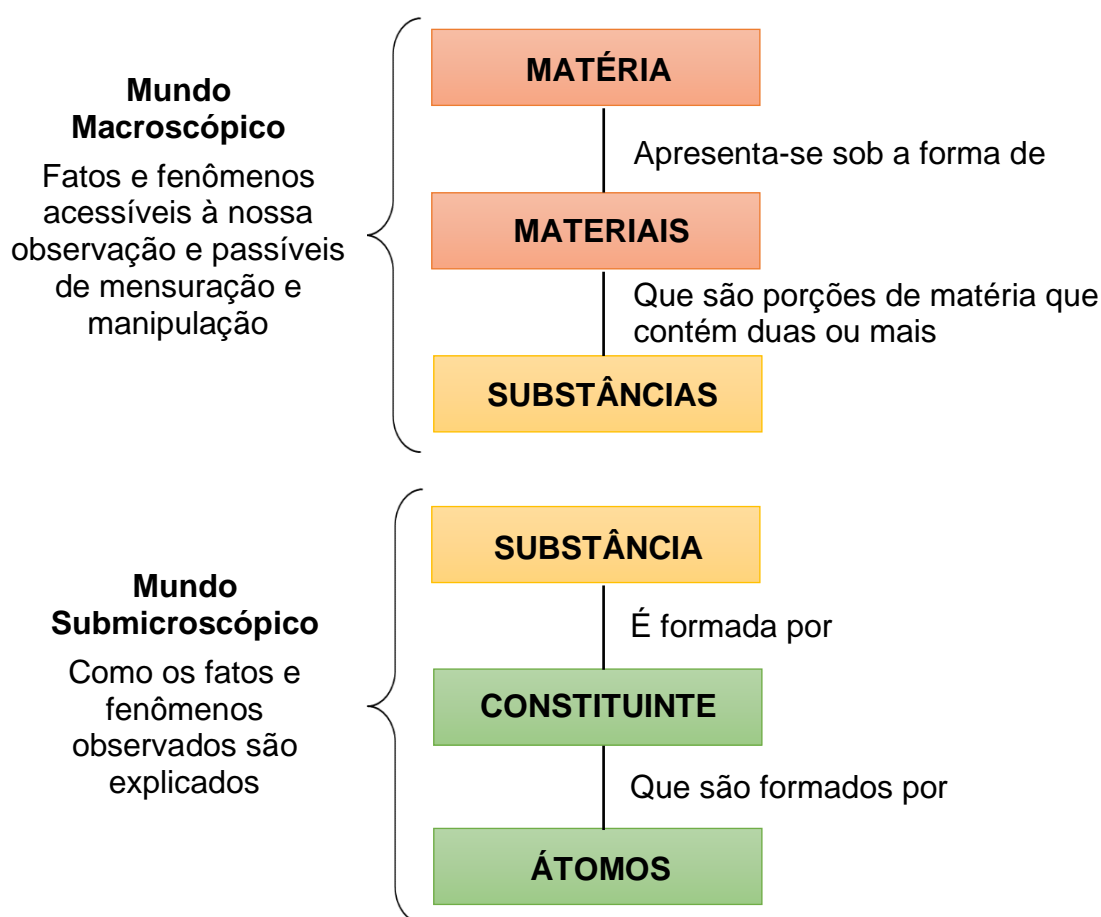
Fonte: a autora

A maioria dos estudantes fizeram desenhos considerando os constituintes como átomos isolados e utilizando diferentes formas geométricas para representá-lo, não apenas uma bolinha. Na perspectiva em que a atividade foi realizada, considerou-se válida, mesmo alguns estudantes não considerando o átomo uma esfera como Dalton e/ou não diferenciando átomo de substância e material, pois essas discussões ainda não haviam sido realizadas. O tipo de desenho realizado pelos estudantes foi importante para se discutir os modelos atômicos de Dalton e Thomson, de modo que compreendessem que o Modelo Atômico de Dalton consegue explicar diversos fenômenos.

Momento 4 - Interpretação Submicroscópica: Tendo em vista as respostas apresentadas pelos alunos, foram então realizadas discussões sobre a constituição da matéria.

Silva, Baptista e Ferreira (2005) trazem a definição de Química como a Ciência que estuda as substâncias. Nesse sentido, para a realização de experimentações com base no triângulo de representação proposto por Johnstone (2009), é importante ter os conceitos de matéria, material, substância, constituintes e átomos bem definidos para compreensão do mundo macroscópico e submicroscópico. As relações entre esses conceitos são hierarquizadas na Figura 11.

Figura 11: Relação hierárquica entre o Mundo Macroscópico e Submicroscópico























Fonte: adaptado de Silva, Rocha-Filho, Tunes e Tolentino (1986) e Silva, Baptista e Ferreira (2005).

Em relação aos conceitos teóricos eles foram apresentados na seguinte sequência: A vida de Dalton; como Dalton representava os átomos e elementos simples e compostos; o Modelo Atômico de Dalton na representação de átomos e substâncias; misturas de gases; estados físicos da matéria; a organização dos átomos/moléculas; explicação do experimento e, por fim, concluindo com as principais observações da Teoria Atômica de Dalton.

Momento 5 - Discussões: Esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam. Foram realizadas discussões sobre as respostas enviadas pelos estudantes no terceiro momento, a partir dessas respostas, foram esclarecidas dúvidas sobre o átomo, bem como os conceitos miscibilidade e densidade.

Momento 6 - Expressão representacional: Foi exibido aos estudantes a maneira que Dalton representava os átomos dos elementos que eram conhecidos (Quadro 7)

Quadro 7: Representação de Dalton para os elementos Simples e Compostos

ELEMENTOS SIMPLES								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								
Oxigênio	Hidrogênio	Nitrogênio	Carbono	Enxofre	Fósforo	Ouro	Platina	Prata
10	11	12	13	14	15	16	17	18
								
Mercúrio	Cobre	Ferro	Níquel	Estanho	Chumbo	Zinco	Bismuto	Antimônio
ELEMENTOS COMPOSTOS								
37			38					
								
Água			Ácido fluorídrico					

Fonte: Adaptado de Dalton (1808) p. 361

Para Dalton, átomos de diferentes elementos diferenciavam entre si em tamanho e peso. E átomos de mesmo elemento são sempre idênticos (em tamanho e massa). Na Figura 12 temos uma representação para os átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio, conforme o modelo de Dalton.

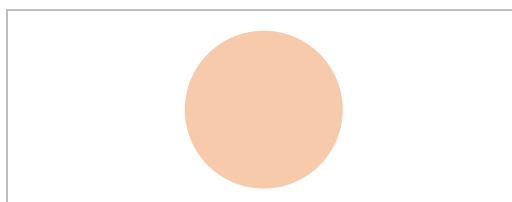
Figura 12: Representação do Modelo Atômico de Dalton para os átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio respectivamente



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: a autora

Nesse sentido, utilizando o Modelo Atômico de Dalton, é possível compreender que uma substância simples possui átomos de uma mesma característica formando seus constituintes (Figura 13).

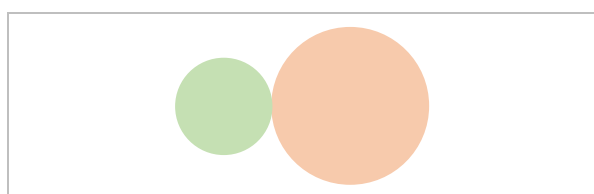
Figura 13: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma substância simples (Gás oxigênio representado por um átomo de oxigênio)



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: a autora

Já no que se referem às substâncias compostas, os constituintes são formados por dois ou mais átomos diferentes. Representação do Modelo Atômico de Dalton para o constituinte da água formando um átomo composto (Figura 14).

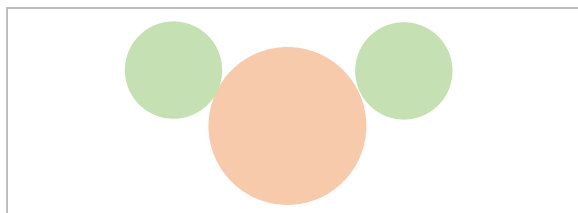
Figura 14: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma substância composta (Água - um átomo de Oxigênio e um átomo de Hidrogênio)



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: a autora

Ressaltamos que para Dalton a molécula da água era constituída por um átomo de Oxigênio e um átomo de Hidrogênio (Figura 14). Na Figura 15, apresentamos uma adaptação da representação de Dalton para a molécula de água com a fórmula química aceita atualmente.

Figura 15: Adaptação da representação do modelo de Dalton para a Água - um átomo de Oxigênio e dois átomos de Hidrogênio



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: a autora

Diante do exposto, foram apresentadas as principais ideias presentes na teoria de Dalton:

- I - A matéria consiste em pequenas partículas ou átomos finais;
- II - Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados ou destruídos;
- III - Todos os átomos de um dado elemento são idênticos e têm o mesmo peso;
- IV - Os átomos de elementos diferentes têm pesos diferentes;
- V - Um composto utiliza uma combinação de átomos de mais de um elemento;
- VI - A partícula de um composto é formada por um número fixo de átomos de seus elementos componentes;
- VII - Em uma reação química, os átomos não são criados nem destruídos, porém trocam de “parceiros” para produzir novas substâncias.

Momento 7 - Respostas: Nesse momento, de acordo com tudo que foi apresentado, pediu-se que os estudantes explicassem o que acontece em cada um dos experimentos, tendo como base a Teoria Atômica de Dalton, respondendo novamente as seguintes questões (apresentadas no terceiro momento).

Questão 1B - Por que a água oxigenada, o álcool e o vinagre são miscíveis em água?

Questão 2B - Por que a areia e o óleo são imiscíveis em água? Por que o óleo fica na parte superior ao ser colocado no mesmo recipiente com água? Por que a areia fica na parte inferior quando colocada num mesmo recipiente com água?

As respostas dos alunos foram enviadas de forma privada por *WhatsApp*.

No entanto, como estávamos já a algum tempo desenvolvendo a atividade, alguns alunos tiveram imprevistos com a comunicação remota e apenas 8 (oito) estudantes participaram dessa etapa.

Pesquisadora: De acordo com tudo que foi apresentado, explique o que acontece em cada um dos casos do experimento de acordo com a Teoria Atômica de Dalton.

- **Questão 1B** - Por que a água oxigenada, o álcool e o vinagre são miscíveis em água?

E1: Pois ao se obter uma mistura homogênea as moléculas de água se juntam às moléculas dos outros materiais

E3: Pois em sua composição existem elementos iguais aos da água, que se misturam

E6: Na mistura de água com álcool, vinagre e água oxigenada, as moléculas de ambas as substâncias se rearranjam, as moléculas do vinagre, do álcool e da água oxigenada deixam de permanecer ligadas e se ligam às moléculas de água

E12: As moléculas do álcool, do vinagre e da água oxigenada rompem seus ligamentos para se juntarem com as moléculas da água, é por isso que se misturam

Observa-se que para a Questão 1B os estudantes **E1**, **E6** e **E12** apresentaram respostas satisfatórias, **E12** utilizou o termo “ligamento” ao invés de “ligação”, mas isso não deixa sua resposta insatisfatória. Percebe-se, no entanto, o **E3** apresenta uma resposta parcialmente satisfatória ao citar que os materiais têm elementos iguais ao da água, no entanto não explica em que esse fator influencia na interação entre os materiais.

Pesquisadora: De acordo com tudo que foi apresentado, explique o que acontece em cada um dos experimentos (submicroscopicamente) de acordo com a Teoria Atômica de Dalton.

- **Questão 2B** - Por que a areia e o óleo são imiscíveis em água? Por que o óleo fica na parte superior ao ser colocado no mesmo recipiente com água? Por que a areia fica na parte inferior quando colocada num mesmo recipiente com água?

E1: Pois não há ligação entre os átomos dos elementos, eles não se “uniram” entre si; pois há menos espaço entre os átomos fazendo com que a água fique mais densa que o óleo, em cada grão de areia há muitos átomos, o espaço entre eles se torna menor, fazendo a areia ficar mais densa e eles não se juntam às moléculas da água

E3: Porque os átomos da areia e do óleo têm elementos diferentes da água, que não podem ser modificados, destruídos ou criados” “Os átomos da areia são mais compactados do que os da água, por isso a areia fica em baixo (SIC) e os átomos da

água são mais compactados que os átomos do óleo, por isso a água fica em baixo (SIC).

E5: Nesse caso, as moléculas de água permanecem ligadas entre si e as moléculas do óleo e da areia também. Não há muito espaço entre os átomos, tornando então a areia mais densa. Já no caso do óleo e da água, o espaço pequeno nos átomos da água.

E6: Porque as substâncias são diferentes e os átomos não se juntam

E9: Por conta que os mais densos as moléculas são mais contraídas. As moléculas da água e do óleo não conseguem tipo “passar” nas moléculas da areia e da água.

Diante do exposto, observa-se que **E1**, **E3** e **E5** trouxeram respostas satisfatórias, **E9**, parcialmente satisfatória, devido aos termos utilizados, como “contraído” que por sua vez não deixam a resposta inadequada, principalmente por não se saber o que o estudante quis dizer com o referido termo. No entanto, o **E6** trouxe uma resposta insatisfatória para o fenômeno. Para que não houvesse dúvidas, foram retomadas nesse momento as discussões sobre miscibilidade entre sal de cozinha (NaCl) e água (H₂O) que são substâncias diferentes que interagem.

Como percebemos pelas respostas apresentadas pelos discentes, e aqui concordamos com Broietti, Ferracin e Arrigo (2018) quando analisamos suas repostas iniciais quanto a imiscibilidade do óleo em água, alguns associaram esse termo à densidade. Para responder a primeira parte da pergunta “Por que a areia e o óleo são imiscíveis em água?” é necessário que os estudantes compreendam os conceitos de forças intermoleculares, polaridade e solubilidade. Já a segunda parte da questão “Por que o óleo fica na parte superior ao ser colocado no mesmo recipiente com água?” as autoras relatam que, neste caso, já percebemos a existência da imiscibilidade, assim, essa questão pode ser explicada pela conceituação de densidade.

Assim, para relacionar a teoria atômica de Dalton ao experimento para o Ensino Fundamental, é imprescindível algumas explicações. Ressaltamos que Dalton não usava o termo moléculas, mas átomos simples e átomos composto ou partículas. Com algumas adaptações podemos explicar os fenômenos do experimento da seguinte maneira:

Qualquer substância líquida ou sólida é formada por partículas bem pequenas chamadas constituintes. Em uma solução há inúmeras partículas de determinados

constituintes. Essas partículas interagem entre si, no entanto, quando entram em contato com outra substância, essas partículas podem permanecer ligadas ou podem romper essas ligações e formar novas ligações. Quando adicionamos em um recipiente: Água oxigenada e água; Vinagre e água ou Álcool e Água, obtemos uma mistura homogênea, assim, as moléculas de água deixam de se ligar uma com as outras e fazem ligações também com as partículas dos demais materiais.

O mesmo não acontece quando misturamos água e óleo ou água e areia, as partículas constituintes da água, do óleo e da areia permanecem ligadas entre si. Quanto menos interação entre as partículas, mais simples é o processo de separação de misturas. Como não há interação entre os constituintes das substâncias, quanto menos espaços entre os átomos mais denso é o material.

Destacamos ainda, a fala do **E5**, o discente relata “moléculas do óleo e da areia”. Percebemos que o discente faz uso de termos da Ciência juntamente com o conhecimento cotidiano, o que é denominado Concepções Alternativas Rosa (1996); Rosa e Schnetzler (1998). Quando o estudante relata a existência de moléculas de areia, notamos o uso de um conceito científico inadequado, pois, a areia é formada por partículas. Notamos então que os estudantes podem apresentar dificuldades na compreensão de conceitos, que devem então ser atentados pelos professores.

Diante das respostas dos estudantes, observou-se que todos apresentaram interpretações submicroscópicas. Já no que se refere à aplicação do conhecimento científico, obtivemos os dados apresentados nas Tabelas 7 e 8, para as Questões 1B e 2B respectivamente. Percebeu-se um considerável aumento do uso correto dos termos científicos a fim de explicar o experimento proposto. Analisando as respostas apresentadas pelos alunos no início da atividade e após a observação macroscópica ao final do encontro após explicação dos níveis representacionais e submicroscópicos diante do experimento.

Tabela 7: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 1B)

	Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada	TOTAL
Participantes	5	2	1	8
Porcentagem	42%	17%	8%	67%

Fonte: a autora

Tabela 8: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes (Questão 2B)

	Adequada	Parcialmente adequada	Inadequada	TOTAL
Total	7	1	0	8
Porcentagem	59%	8%	0	67%

Fonte: a autora

Pelo exposto, podemos construir um quadro apresentando as respostas dos alunos antes e depois da abordagem submicroscópica, principalmente porque no início da atividade tínhamos a participação de 12 discentes, dos quais apenas 8 concluíram a atividade.

Como relatado por Johnstone (2009), é importante começar a partir do que os alunos já sabem, de modo que existam ligações entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos dos discentes. Para isso é importante também que eles transitem pelos três níveis do conhecimento químico. Uma relação entre o conhecimento prévio e os novos conhecimentos são apresentados nos Quadros 8 e 9.

Quadro 8: Comparativo: antes e depois da abordagem submicroscópica do átomo – Questão 1

CÓDIGO	Q1A	Q1B
E1	Parcialmente Adequada	Adequada
E2	Adequada	Não participou
E3	Inadequada	Parcialmente Adequada
E4	Inadequada	Parcialmente Adequada
E5	Inadequada	Adequada
E6	Parcialmente Adequada	Adequada
E7	Adequada	Não participou
E8	Adequada	Adequada
E9	Adequada	Inadequada
E10	Inadequada	Não participou
E11	Inadequada	Não participou
E12	Adequada	Adequada
TOTAL	12	8

Fonte: a autora

Quadro 9 - Comparativo: antes e depois da abordagem submicroscópica do átomo – Questão 2

CÓDIGO	Q2A	Q2B
E1	Inadequada	Adequada
E2	Parcialmente Adequada	Não participou
E3	Inadequada	Adequada
E4	Inadequada	Adequada
E5	Inadequada	Adequada
E6	Inadequada	Parcialmente Adequada
E7	Adequada	Não participou
E8	Inadequada	Adequada
E9	Parcialmente Adequada	Adequada
E10	Parcialmente Adequada	Não participou
E11	Inadequada	Não participou
E12	Inadequada	Adequada
TOTAL	12	12

Fonte: a autora

Nota-se um aumento considerável nas abordagens adequadas e redução das abordagens consideradas inadequadas nas respostas dos estudantes.

Nesse sentido, pode-se inferir que a utilização de atividade experimental demonstrativo-investigativa perpassando pelos níveis do conhecimento químico na realização do experimento de miscibilidade de diferentes materiais trouxe o resultado esperado para explicar o Modelo Atômico de Dalton.

Destacamos o **E9** para a Questão 1, onde trouxe uma resposta adequada em 1A e inadequada em 1B.

Inicialmente em 1A, o estudante relatou que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são solúveis em água, o que resultou numa mistura homogênea, no entanto, em 2A, ele relata que isso aconteceu porque ambos têm moléculas parecidas. Nesse sentido, percebemos que não houve compressão do estudante quanto à miscibilidade, pois conforme a literatura, quando temos uma substância solúvel em água significa dizer que há interação entre os átomos e moléculas/partículas das referidas substâncias.

Salientamos, porém, que nosso objetivo não trata de comparações do antes e depois para indicar uma maior aprendizagem dos estudantes. Mas sim de apresentar que a abordagem do Modelo Atômico de Dalton pode contribuir com a apropriação de conceitos científicos e do comportamento da matéria.

Momento 8 - Implicações: Foi realizada uma discussão sobre a importância desse conhecimento para o cotidiano.

Pesquisadora: Qual a importância de se conhecer essas informações para a sociedade?

E3: Você vai fazer qualquer coisa, por exemplo, vai pintar o cabelo você precisa saber desse negócio para colocar a quantidade certa de água oxigenada, de tinta e água, se não souber aí seu cabelo não vai ficar da cor que você quer

E3: A preparação de café

E4: O suco de saquinho dilui na água

Partindo das respostas dos estudantes, foi possível ressaltar que em praticamente tudo que está ao nosso redor é possível observar os processos de misturas, podem ser observados ao fazer um café, na filtragem de água, nas redes de tratamento de água e esgoto, na obtenção de sal de cozinha, cilindros de gases, entre outros, além da importância de se conhecer as propriedades dos materiais para realizar separações.

Momento 9 - resíduos: Foi discutido quanto aos cuidados com os resíduos gerados pelo experimento, o óleo de cozinha não deve ser jogado em ralos, pias ou no solo. O correto é guardar o óleo usado em garrafas de refrigerante (PET) e fazer o descarte em locais próprios para a coleta. Os demais materiais podem ser descartados normalmente.

4.2.2 A TEORIA ATÔMICA DE DALTON (ENCONTRO II)

Número de participantes: 11 estudantes

Momento 0 – Perguntas e Questionamentos: Mantendo uma abordagem investigativa dos experimentos, a atividade teve início com perguntas e questionamentos antes da apresentação do vídeo do experimento “Anel de Gravesande” (Figura 16).

Figura 16: Demonstração do Anel de Gravesande antes do aquecimento: Esfera suspensa (A); Esfera passando pelo anel (B); e Esfera após passar pelo anel (C)



Fonte: Créditos - Projeto: Atividades experimentais no ensino de Modelos Atômicos CEAD/DEG (Programa de Aprendizagem para o terceiro milênio).

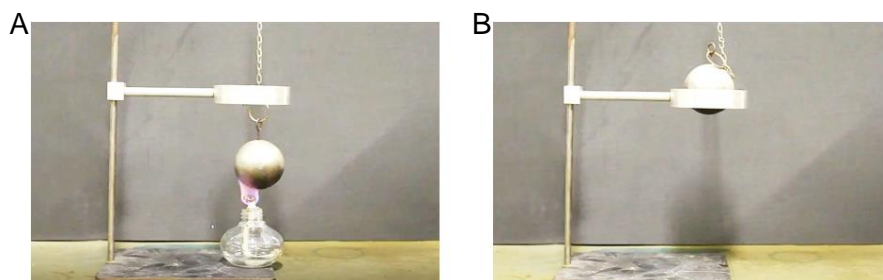
Pesquisadora: O que vai acontecer após aquecer a esfera?

Estudantes: “nada!”

Momento 1 - Experimento: O experimento foi realizado.

Momento 2 - Observação: Neste momento demos atenção à observação macroscópica. Este momento consistiu na observação dos estudantes e discussões sobre os fenômenos observados. A esfera do Anel de Gravesande após aquecida deixa de passar pelo anel (Figura 17).

Figura 17: Demonstração do Anel de Gravesande durante (A) e após (B) o aquecimento da esfera



Fonte: Créditos - Projeto: Atividades experimentais no ensino de Modelos Atômicos CEAD/DEG (Programa de Aprendizagem para o terceiro milênio).

Momento 3 - Formulação de hipótese: após o vídeo, pediu-se que os estudantes respondessem duas questões e enviassem de forma privada pelo *WhatsApp*.

Pesquisadora: Como vocês acham que a comunidade científica explica esses fenômenos? Macroscopicamente, o que aconteceu?

Questão 3A - Por que a esfera depois de aquecida não passa mais pelo anel?

Questão 4A - Por que depois de um tempo a esfera volta a passar pelo anel?

A seguir destacamos algumas respostas apresentadas pelos discentes, bem como sua interpretação diante do fenômeno, entre parênteses:

E1 (Observação macroscópica)

3A) Ela aumentou de tamanho após ser aquecida.

4A) E ao esfriar voltou ao seu tamanho normal.

E3 (Interpretação submicroscópica e híbrida)

3A) Porque aqueceu as substâncias do metal.

4A) Porque esfriou e as substâncias voltaram como eram antes. Quando esfriou a esfera voltou para o formato que era.

E5 (Observação macroscópica)

3A) Quando aqueceu ela dilatou.

4A) Quando ela esfriou, ela se encolheu.

E12 (Observação macroscópica)

3A) Porque a textura da esfera pode ter mudado depois de aquecida.

4A) Porque depois que a esfera esfriou, ela voltou ao tamanho normal.

Diante do exposto, as respostas dos estudantes foram analisadas de acordo com uma observação macroscópica e interpretação submicroscópica. Nesta etapa apenas um estudante trouxe uma interpretação submicroscópica para a Questão 3A uma observação híbrida para a Questão 4A, os demais apresentaram respostas de acordo com uma observação macroscópica (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9: Resposta dos estudantes (Questão 3A)

	Macroscópica	Submicroscópica	Híbrida	TOTAL
Total	10	1	0	11
Porcentagem	91%	9%	0%	100%

Fonte: a autora

Tabela 10: Respostas dos estudantes (Questão 4A)

	Macroscópica	Submicroscópica	Híbrida	TOTAL
Total	10	0	1	11
Porcentagem	91%	0%	9%	100%

Fonte: a autora

A maioria dos estudantes utilizaram os termos: cresceu, inchou, aumentou e expandiu para explicar o porquê de a esfera não passar pelo anel depois de aquecida. Apenas um estudante, **E5**, utilizou o termo “dilatação”. Destacamos também o **E3** que trouxe uma interpretação submicroscópica ao invés de relatar o que observou diante do fenômeno.

Quase todos os discentes relataram que após esfriar, a esfera volta ao seu tamanho normal. Os principais termos utilizados pelos alunos foram: desinchou e diminuiu. No entanto o **E3** estudante relatou que a esfera esfriou e as substâncias voltaram a ser como eram antes, fazendo com que a esfera voltasse ao seu tamanho normal, apresentando novamente uma interpretação híbrida.

Assim, na Tabela 11 apresentamos um quantitativo das respostas dos estudantes diante da observação macroscópica.

Tabela 11: Respostas dos estudantes (Questões 3A e 4A)

	Adequada	Parcialmente Adequada	Inadequada	TOTAL
Total	8	0	3	11
Porcentagem	73%	0%	27%	100%

Fonte: a autora

Foram consideradas inadequadas, neste momento, as seguintes respostas:

E3

- a) Porque aqueceu as substâncias do metal que impedem a passagem.
- b) Porque esfriou e as substâncias voltaram como eram antes. Quando esfriou voltou para o formato que era.

E10

- a) A pressão da bola aumentou fazendo que ela não passasse mais no anel.
- b) Enquanto a bola esfriava ela diminui de tamanho passando no anel novamente voltando ao seu tamanho normal.

E12

- a) Porque a textura da esfera pode ter mudado depois de aquecida.
- b) Porque depois que a esfera esfriou, ela voltou ao tamanho normal.

Notamos que um estudante relatou que o aumento da esfera aconteceu por ter aquecido as “substâncias” do material, o segundo afirmou que a “pressão” na esfera aumentou e por isso ela não passou pelo anel, já o terceiro relata que a textura da esfera pode ter mudado. Todas essas respostas foram consideradas inadequadas pois não tem relação com o conhecimento científico aceito.

Momento 4 - Interpretação Submicroscópica: Neste momento se dá início à abordagem submicroscópica sobre a dilatação. Antes das discussões pertinentes, é importante relembrar o que é Matéria e de que é ela é constituída, como exposto no encontro anterior.

Quando aumentamos a temperatura de um material, aumentamos a agitação (oscilação) das partículas que o formam. Há então um aumento da amplitude da vibração dos átomos e um aumento da distância média entre eles, esse fenômeno resulta então no aumento das dimensões do corpo, chamamos esse fenômeno de dilatação térmica, pois, o material dilata-se por causa do aquecimento (HEWITT, 2002).

O tamanho do átomo tem a ver com o tipo de átomo. Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados ou destruídos (lei da indestrutibilidade da matéria ou da

conservação da massa). Considerado a teoria de Dalton (1808) para o átomo, percebemos que em altas temperaturas as moléculas ou átomos oscilam com maior frequência o que ocasiona o aumento dos espaços vazios entre os átomos, fazendo o material expandir.

Momento 5 - Discussões: Realizou-se discussões e esclarecimento de dúvidas quanto à dilatação.

Pesquisadora: O que vocês entendem por dilatação?

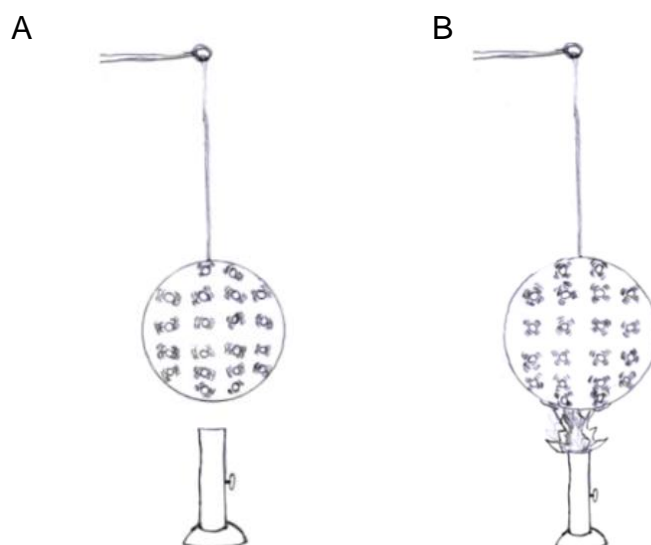
E12: Quando alguma coisa aumenta.

Todos os estudantes disseram perceber o aumento da esfera e justificou este sendo motivo dela não passar mais pelo anel.

Momento 6 - Expressão Representacional: Para tanto foi utilizado um modelo (imagem) aos discentes.

O esquema apresentado na Figura 18, mostra que com o aquecimento da esfera há uma maior vibração dos átomos fazendo eles se afastarem. Ao se afastar aumenta-se os espaços entre eles que decorre também no aumento do material.

Figura 18- Representação da dilatação da esfera: Antes do aquecimento (A) e após o aquecimento (B)



Fonte: Créditos Flávio Soares

Momento 7 - Síntese: Os alunos foram questionados sobre o que faz algo aumentar e o que aconteceu com a esfera no caso do experimento para ela aumentar e não passar mais pelo anel. Disseram não saber, no entanto, compreenderam que o aumento da temperatura fez a esfera dilatar. Posteriormente, para analisar a interpretação dos estudantes diante do experimento, pediu-se que respondessem: De acordo com a Teoria Atômica de Dalton estudada no encontro anterior, o que aconteceu para que a esfera não mais passasse pelo anel. As respostas dos estudantes foram enviadas de forma privada pelo *WhatsApp*. A seguir, apresentamos algumas:

E2 - Acho que os átomos, meio que se separaram fazendo a esfera aumentar o tamanho.

E3 - Dilataram, os átomos ficam mais separados, os átomos ficaram mais distantes um do outro.

E4 - Os átomos foram modificados devido a temperatura. Os átomos da bola (quando ela estava quente) se dilataram, por isso ela cresceu e quando ela foi esfriando os átomos fizeram o ato reverso.

E8 - Os átomos aumentam de tamanho quando aquecidos.

E12 - Houve um fenômeno físico. Os átomos se deformaram ou mudaram de lugar e depois voltaram a ser a mesma coisa.

As respostas dos estudantes foram avaliadas de acordo com o uso dos termos científicos, ou seja, se os estudantes apresentaram ou não um conhecimento científico em suas respostas. Assim, elas foram classificadas como adequada (quando apresenta conceitos satisfatórios) e inadequada (quando não apresenta conceitos satisfatórios) e parcial (quando conseguem explicar o fenômeno parcialmente por conceitos científicos) (Tabela 12) tendo como base de avaliação o exposto pela comunidade científica.

Tabela 12: Abordagem científica presente nas respostas dos estudantes quanto a dilatação da esfera e o Modelo Atômico de Dalton

	Adequada	Parcial	Inadequada	TOTAL
Total	7	0	4	11
Porcentagem	64%	0%	36%	100%

Fonte: a autora

De modo a observarmos a interpretação antes e depois das discussões foi montado o Quadro 10.

Quadro 10: Comparativo - antes e depois da abordagem submicroscópica e representacional do átomo para a Questão 3

CÓDIGO	Q3A	Q3B
E1	Adequada	Adequada
E2	Adequada	Adequada
E3	Inadequada	Adequada
E4	Adequada	Inadequada
E5	Adequada	Adequada
E6	Adequada	Adequada
E7	Não participou	Não participou
E8	Adequada	Inadequada
E9	Adequada	Adequada
E10	Inadequada	Adequada
E11	Adequada	Inadequada
E12	Inadequada	Inadequada
TOTAL	12	12

Fonte: a autora

Todos os estudantes citaram o termo “átomo” para explicar a dilatação da esfera, no entanto, houve descrições distintas sobre o que acontece com os átomos da esfera.

Foram consideradas inadequadas, as seguintes respostas:

E4 – Os átomos foram modificados devido a temperatura. Os átomos da bola (quando ela estava quente) se dilataram, por isso ela cresceu e quando ela foi esfriando os átomos fizeram o ato reverso.

E12 – Houve um fenômeno físico. Os átomos se deformaram ou mudaram de lugar e depois voltaram a ser a mesma coisa.

E8 – Os átomos aumentam de tamanho quando aquecidos.

E11 – Elas dilataram eu acho, elas se juntaram tudo, os átomos expandiram ficaram maiores.

Percebemos que alguns estudantes ainda apresentaram uma ideia inadequada, quando afirmam que o átomo é modificado/deformado (E4 e E12) e aumenta de tamanho (E8 e E11).

Assim, retomamos aqui ao Momento 5. Após receber as respostas dos estudantes, foi realizada uma leitura das principais ideias da Teoria Atômica de Dalton.

Nos trechos a seguir, Dalton traz que todos os materiais podem se expandir, ou seja, podem aumentar ou diminuir de tamanho e que é necessária uma considerável força para fazer com que as partículas de um corpo se aproximem mais uma das outras. É apresentando também que o calor pode mudar a distância entre as partículas.

Philosophers have sought, but in vain, for a body that should expand uniformly, or in arithmetical progression, by equal increments of heat; liquids have been tried, and found to expand unequally, all of them expanding more in the higher temperatures than in the lower, but no two exactly alike (DALTON, 1808, p. 9).

“(...)it should seem that enlargement and diminution of bulk **depend perhaps more on the arrangement, than on the size of the ultimate particles**” (DALTON, 1808, p. 144, grifo nosso).

The essential distinction between liquids and solids, perhaps consists in this, that heat changes the figure of arrangement of the ultimate particles of the former continually and gradually, whilst they retain their liquid form; whereas in the latter, it is probable, **that change of temperature does no more than change the size, and not the arrangement of the ultimate particles.** Notwithstanding the *hardness* of solid bodies, or the difficulty of moving the particles one amongst another, there are several that admit of such motion without fracture, by the application of proper force, especially if assisted by heat. The ductility and malleability of the metals, need only to be mentioned. It should seem the particles glide along each others surface, somewhat like a piece of polished iron at the end of a magnet, without being at all weakened in their cohesion. The absolute force of cohesion, which constitutes the *strength* of bodies, is an enquiry of great practical importance (DALTON, 1808, p. 209, grifo nosso).

Findada a leitura, sem qualquer outra intervenção, foi solicitado que os estudantes que apresentaram uma resposta que não retratava um conceito científico adequado respondessem novamente à questão. Enviando-a de forma privada pelos *WhatsApp*. Todos os estudantes relataram que os átomos se afastavam do demais e quando há o aumento dos espaços entre os átomos o material dilata. Assim, notamos que apenas com uma pequena leitura da ideia apresentada por Dalton, os próprios estudantes perceberam seus erros diante da questão proposta.

No entanto, por termos realizado uma atividade anteriormente, era esperado que os estudantes lembrassem da teoria de Dalton sobre o átomo para responder à questão. Nesse sentido, acredita-se que se fosse relembrada a teoria de Dalton antes

da realização da pergunta os alunos poderiam não ter inferido que o átomo aumentava ou deformava.

Mortimer (1995), traz um trabalho em que aborda o termo dilatação dos gases com estudantes do ensino fundamental, o autor relata que o modelo atomista dos estudantes pesquisados é diferente do modelo científico clássico. Para os estudantes, o aumento do volume do material deve-se a dilatação das próprias partículas. Sendo que a explicação científica relata que na verdade o que aumenta é a distância média entre as partículas. Neste trabalho, o autor questiona o fato de que quando o Modelo Atômico de Dalton é trabalhado, relata-se apenas que os átomos podem ser representados por esferas, não se discute, porém, a existência de espaços vazios entre as partículas que constituem a matéria. Outra abordagem do autor é a ausência da interpretação de vários fenômenos cotidianos por meio desse modelo.

Momento 8 - Implicações: Para finalizar, os estudantes foram questionados quanto a importância desse estudo para a sociedade e se essa abordagem possui uma aplicação no nosso cotidiano. Alguns estudantes não se manifestaram e outros disseram não saber. Foi passado então, um vídeo sobre as juntas de dilatação da ponte Juscelino Kubitschek (JK) localizada em Brasília - DF e imagens de trilhos de ferro tortos. Os estudantes foram então questionados sobre a função das juntas de dilatação (Figura 19).

Figura 19: Junta de dilatação da ponte JK sem placa de proteção



Fonte: g1.globo.com

Quando aumentamos a temperatura de um material, aumentamos a agitação das partículas que o formam. Há então um aumento da amplitude da vibração dos átomos e um aumento da distância média entre eles, esse fenômeno resulta então no aumento das dimensões do corpo, chamamos esse fenômeno de dilatação térmica, pois, o material dilata-se por causa do aquecimento. O tamanho do átomo tem a ver com o tipo de átomo.

Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados ou destruídos (lei da indestrutibilidade da matéria ou da conservação da massa).

As respostas foram categorizadas e estão expressas na Tabela 13.

Tabela 13: Importância das juntas de dilatação

	Permitir a dilatação dos materiais impedindo que entortem ou quebrem	Não respondeu	TOTAL
Total	9	2	11
Porcentagem	82%	18%	100%

Fonte: a autora

Percebemos pelos dados presentes na Tabela 13 que todos os estudantes que responderam à questão relataram corretamente a função/importância das juntas de dilatação.

Diante do exposto, percebemos que a utilização da teoria atômica de Dalton é importante para explicar sobre as juntas de dilatação, ressalta-se também, que a experimentação demonstrativo-investigativa com base nos três níveis do conhecimento químico mostrou-se válida para a execução dessa etapa da atividade.

Momento 9 - Resíduos: O presente experimento não gerou nenhum resíduo.

4.2.3 A TEORIA ATÔMICA DE THOMSON (ENCONTRO III)

Número de participantes: 11 estudantes

Momento 0 – Perguntas e Questionamentos: Antes da realização dos experimentos os estudantes foram questionados sobre o que achavam que iria acontecer em cada situação.

Momento 1 - Realização do experimento: O terceiro encontro consistiu na realização de 6 experimentos de eletrização por atrito (Quadro 11).

Quadro 11: Experimentos de eletrização por atrito

Momento	Materiais
Parte I	Caneta e parede.
Parte II	Régua/ caneta e pedaços de papel
Parte III	Balão e pedaços de papel
Parte IV	Canudo de plástico e bastão de vidro
Parte V	Dois canudos de plástico
Parte VI	Bastão de vidro e pedaços de papel

Fonte: a autora

Parte I

Procedimento: Friccionar a caneta sob a parede Figura 20.

Figura 20: Parte I - Caneta grudada na parede



Fonte: a autora

Pesquisadora: Como fazer para grudar uma caneta na parede sem usar cola, fita adesiva ou qualquer outro material?

E4: Simples, é só tu esfregar, esfregar, esfregar e vai e cola. Só dar o atrito.

E3: Isso, você esquentar a caneta e coloca lá na parede.

E11: Só você esfregar ela na parede.

E9: A tinta da parede vai fazê-la grudar.

E6: Acho que aquele negócio lá de distribuição de elétrons negativos e positivos, aí acaba grudando.

Foi então passado o primeiro vídeo para os estudantes. Após assisti-lo, os alunos tiveram que responder o que foi observado macroscopicamente. Pesquisadora: “O que aconteceu? O que vocês observaram? O que aconteceu com a caneta e a parede?”

As respostas dos estudantes estão apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14: Observação macroscópica dos estudantes - Parte I

	A caneta grudou/colou	Não respondeu	TOTAL
Total	10	1	11
Porcentagem	91%	9%	100%

Fonte: a autora

Todos os estudantes que responderam trouxeram uma observação macroscópica sem uso de termos técnicos.

Parte II

Procedimento: Friccionar a caneta no papel toalha em uma única direção, aproximar a caneta dos pedaços de papel Figura 21.

Figura 21: Parte II - Caneta atraindo pedaços de papel



Fonte: a autora

Pesquisadora: Como pegar pedaços de papel sem encostar os dedos neles?

E4: Esfrega um balão na cabeça e encosta nos papéis

E9: Põe o braço que eles grudam no braço

Pesquisadora: Como pegar pedaços de papel usando uma régua ou uma caneta?

E4: Dá o atrito em alguma coisa e depois passa assim por cima

E9: Não sei.

Pesquisadora: O que acontece se aproximarmos a régua ou a caneta dos pedaços de papel?

Estudantes: Nada.

Pesquisadora: Se eu friccionar a régua e a caneta com um pedaço de papel toalha e aproximá-las dos pedaços de papel picado, o que vocês acham que vai acontecer?

E4: Gruda

Novamente, nesse momento, percebemos o uso do termo “atrito”.

Os estudantes assistiram então ao segundo vídeo. Pesquisadora: “Após friccionar a régua e a caneta com um pedaço de papel toalha e aproximá-las dos pedaços de papel picado, o que aconteceu?” As respostas dos estudantes estão apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte II

	Os papéis grudaram	Os papéis foram atraídos	TOTAL
Total	8	3	11
Porcentagem	73%	27%	100%

Fonte: a autora

Diante das repostas dos estudantes, notamos que alguns fizeram uso do termo “atração” para explicar o fenômeno observado.

PARTE III

Procedimento: Friccionar o balão no papel toalha em uma única direção, aproximar o balão dos pedaços de papel Figura 22.

Figura 22: Parte III - Balão atraindo pedaços de papel



Fonte: a autora

Pesquisadora: O que acontece se aproximarmos um balão dos pedaços de papel?

Estudantes: Nada.

Pesquisadora: Se eu friccionar o balão com um casaco de lã ou pedaço de papel toalha, e aproximá-lo dos pedaços de papel picado, o que vocês acham que vai acontecer?

E7: Os papéis vão grudar;

E11: Eu acho que vai grudar os papéis.

E6: Vai grudar.

E4: Vai atrair, na verdade, né?

Mais uma vez percebemos o uso do termo “atração” nas repostas apresentadas pelos discentes. Os estudantes assistiram então ao terceiro vídeo. Pesquisadora: “Após friccionar o balão com o casaco de lã, o que aconteceu após aproximá-lo dos papéis?” As respostas dos estudantes estão apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte III

	Os papéis grudaram	Os papéis foram atraídos	TOTAL
Total	7	4	11
Porcentagem	67%	33%	100%

Fonte: a autora

Novamente alguns estudantes utilizam o termo “atração” para explicar o que observaram durante a realização do experimento.

PARTE IV

Procedimento: Pendurar um canudo de plástico com um pedaço de linha; friccionar um lado do bastão de vidro com papel toalha; friccionar um lado do canudo de plástico com outro papel toalha. Aproximar o bastão de vidro do canudo de plástico Figura 23.

Figura 23: Parte IV - Bastão de vidro atraindo o canudo de plástico



Fonte: a autora

Pesquisadora: O que acontece se aproximarmos um bastão de vidro de um canudo de plástico?

Estudantes: Nada.

Pesquisadora: Se eu friccionar o bastão de vidro com um de papel toalha, e aproximá-lo de um canudo, o que vocês acham que vai acontecer?

E11: Eu acho que ele vai ficar junto, não sei.

Pesquisadora: Se eu friccionar também o canudo de plástico com um de papel toalha, e aproximar o bastão de vidro novamente do canudo, o que acham que vai acontecer?

E4: O canudo fica mais limpo.

Os estudantes assistiram então ao quarto vídeo.

Pesquisadora: “Após friccionar um dos lados do bastão de vidro e um dos lados do canudo com papel toalha, o que aconteceu quando aproximados?” As respostas dos estudantes estão apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte IV

	O canudo foi atraído	O canudo gruda	Outras respostas	TOTAL
Total	6	3	2	11
Porcentagem	55%	27%	18%	100%

Fonte: a autora

Novamente percebemos que alguns estudantes fazem uso de termos técnicos, como “atração”.

PARTE V

Procedimento: Pendurar um canudo de plástico com um pedaço de linha; friccionar um lado de dois canudos de plástico com papel e aproximá-los (Figura 24).

Figura 24: Parte V - Canudo de plástico repelindo outro canudo



Fonte: a autora

Pesquisadora: Se friccionarmos dois canudos de plástico com um pedaço de papel toalha, o que acham que vai acontecer quando aproximamos esses canudos?

E9: Vão grudar.

E11: Eu acho que não vai acontecer nada.

E6: Mesma coisa do bastão de vidro.

E4: Vai ficar mais limpo.

Os estudantes assistiram então ao quinto vídeo. Pesquisadora: Após friccionar um dos lados dos dois canudos de plástico, o que aconteceu quando foram aproximados? As respostas dos estudantes estão apresentadas na Tabela 18.

Tabela 18: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte V

	Se afastam	Não atraiu	Não grudou	Repelem	Outras respostas	TOTAL
Total	4	1	1	3	2	11
Porcentagem	36%	9%	9%	28%	18%	100%

Fonte: a autora

Nesse momento notamos que alguns estudantes fazer uso de termos como “atração” e “repulsão”.

Dois alunos relataram que pareciam/ viraram ímãs e um estudante disse que as energias dos canudos permitem girar um ao outro sem se tocarem. Essas respostas apresentadas pelos estudantes foram discutidas em momento posterior.

PARTE VI

Procedimento: Friccionar o bastão de vidro com o papel toalha em uma única direção, aproximar o bastão dos pedaços de papel (Figura 25).

Figura 25: Parte VI - Nenhum fenômeno observado entre o bastão de vidro e papel picado



Fonte: a autora

Pesquisadora: O que acontece quando aproximamos um bastão de vidro dos pedaços de papel?

E11: “Não vai dar nada”

Pesquisadora: O que acham que vai acontecer se eu friccionar o bastão de vidro com o papel toalha e aproximar novamente aos pedaços de papel?

E11: “Vai grudar os papeis”

Os estudantes assistiram ao sexto vídeo.

Pesquisadora: Após friccionar o bastão de vidro com o papel toalha, o que aconteceu quando aproximado dos pedaços de papel picado? As respostas dos estudantes estão apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19: Observação Macroscópica dos estudantes - Parte VI

	Não grudou	Não foi atraído	Nada	TOTAL
Total	3	1	7	11
Porcentagem	27%	9%	64%	100%

Fonte: a autora

Apenas um estudante utilizou o termo “atração”. Não houve discussão quanto às respostas apresentadas nesse primeiro instante para todos os experimentos. As discussões consideradas pertinentes foram realizadas durante a explicação da teoria atômica de Thomson e as reflexões sobre os experimentos.

O objetivo na ocasião era perceber a observação macroscópica dos estudantes e o uso de termos técnicos para explicar os fenômenos apresentados. Percebemos nesse momento o uso de termos técnicos como “atrito”.

Entre uma abordagem e outra, os alunos iam sendo questionados sobre suas observações diante dos experimentos, como:

Pesquisadora: Porque antes de friccionar os materiais, eles não atraíam os pedaços de papel?

E6: Porque não houve a distribuição.

E3: Eu acho que ativou os elétrons.

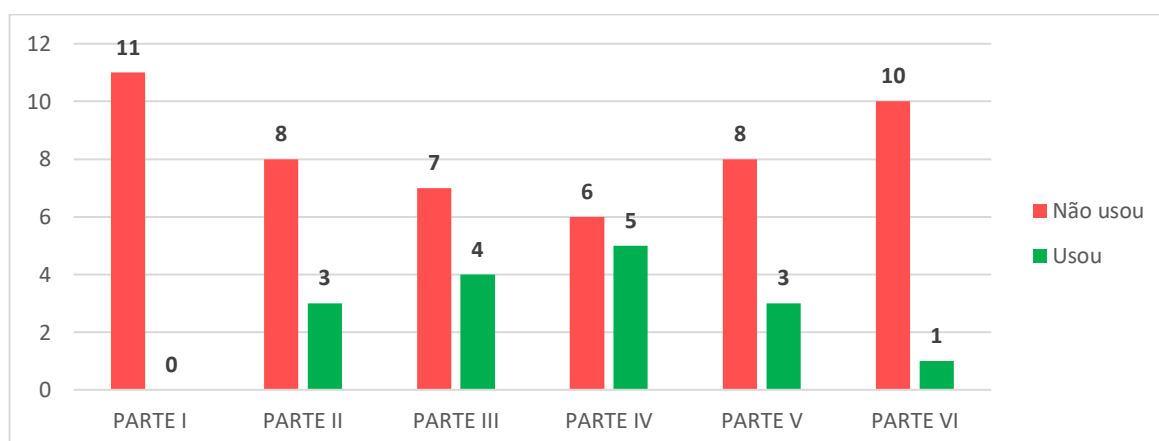
Pesquisadora: A régua, a caneta e o canudo ao serem friccionados com papel toalha e o balão ao ser friccionado com o casaco de lã recebem elétrons e atraem os pedaços de papel, por que o mesmo não aconteceu quando o bastão de vidro foi friccionado e aproximado dos pedaços de papel?

E3: O bastão não fica negativo então.

E4: Ele fica positivo” “Acontece o contrário.

Diante do exposto, as repostas dos estudantes foram classificadas pelo uso de termos técnicos diante do que observaram em cada parte do experimento proposto (Gráfico 2), apenas classificadas como uso adequado e inadequado de termos técnicos.

Gráfico 2: Uso de termos técnicos/científicos adequadamente utilizados nas repostas dos estudantes



Fonte: a autora

No quadro 11 apresentamos o resultado de cada estudante para as questões propostas.

Quadro 11: Uso de termos técnicos/científicos adequadamente utilizados nas respostas dos estudantes

CÓDIGO	I	II	III	IV	V	VI
E1	X	X	X	V	X	X
E2	X	X	X	V	X	X
E3	X	X	V	X	X	X
E4	X	V	V	V	V	V
E5	X	X	V	V	V	X
E6	X	V	V	V	X	X
E7	X	X	X	X	X	X
E8	X	X	X	X	V	X
E9	X	V	X	X	X	X
E10	X	X	X	X	X	X
E11	X	X	X	X	X	X
E12	-	-	-	-	-	-
TOTAL	11	11	11	11	11	11

Fonte: a autora

Quando o estudante fez uso adequado dos termos científico, utilizamos a letra **V**, quando foi feito uso inadequado de termos científicos, utilizamos a letra **X**. Para a análise dos dados tivemos um total de 11 participantes na atividade.

Observa-se que neste primeiro momento que a maioria dos estudantes não fazem uso de termos técnicos científicos para explicar os fenômenos. No entanto percebemos que 8 estudantes fazem uso desses termos ao menos uma vez.

Após a experimentação e receber as respostas dos estudantes, foram realizadas algumas discussões:

Momento 4 - Interpretação Submicroscópica: Para dar início, partimos de algumas discussões

Pesquisadora: Por que vocês acham que esses fenômenos aconteceram? Como vocês explicariam os fenômenos observados? Como acham que a Ciência explicaria esse fenômeno?

E8: Eu acho que tem algo relacionado a estática.

E11: Eu acho que quando friccionou, pegou um ímã e mexeu com os negócios lá.

Após todos os esclarecimentos diante das repostas sobre a observação macroscópica, começou-se a introduzir o termo “átomo” para explicar os fenômenos, partindo-se dos encontros anteriores quando trabalhamos o Modelo Atômico de Dalton.

Assim, os estudantes foram questionados: “O que tem no átomo que gera essa atração ou repulsão entre os materiais? Será que aquele Modelo Atômico proposto por Dalton explica o porquê desses fenômenos?”, no entanto, nenhum estudante se manifestou.

Foi então abordado que o Modelo Atômico de Dalton não consegue explicar alguns fenômenos. Considerando isso e outros estudos posteriores, foi elaborada uma nova teoria atômica pelo físico J. Thomson. Foi discutido sobre a importância de se conhecer a mutabilidade da Ciência, que ela é passível de erros e mudanças, que novos estudos foram e são fundamentais para o que conhecemos hoje.

Para explicar a Teoria de Thomson sobre o átomo, foi realizada a Apresentação de um vídeo do experimento do Tubo de Raios Catódicos (Figura 26), semelhante ao realizado por Thomson.

Figura 26: desvio do gás dentro do tubo utilizando um ímã.



Fonte: Créditos - Projeto: Atividades experimentais no ensino de Modelos Atômicos CEAD/DEG (Programa de Aprendizagem para o terceiro milênio).

Pesquisadora: Por que o ímã faz o desvio dos gases no tubo de raios?

E10: “Acho que tipo uma pressão, aí o ímã puxou o gás.

Pesquisadora: O que tem nesse gás para ser atraído pelo ímã?

E10: Energia.

E3: Eles têm cargas positivas e negativas, elétrons e prótons.

Assim, foi apresentada a Teoria Atômica de Thomson.

- A vida de J. Thomson
- Estudo dos gases e o tubo de raios catódicos;
- Os elétrons;
- Ganho e perda de elétrons;
- Discussão sobre Eletricidade Estática;
- Diferença de cargas;
- Atração e Repulsão;
- Expressão Representacional

Momento 5 - Discussões: Diante do que foi apresentado anteriormente, deu-se início à esclarecimentos de dúvidas. A partir das respostas apresentadas pelos estudantes após a observação dos experimentos, foi iniciado um debate sobre ímã e energia. Ressalta-se que três estudantes (E7, E10 e E11), um total de 27%, citou ímã para justificar sua resposta, um (E9) citou energia e um (E8) citou estática. Discussões sobre o que os alunos entendem por atração e repulsão também foram realizadas.

Momento 6 - Expressão Representacional: A fim de apresentar uma síntese de tudo que foi observado e explicado. A seguir são apresentadas ilustrações com representações dos materiais que perdem ou recebem elétrons, de cada uma das partes do experimento. Sabe-se que prótons possuem carga positiva, e elétrons, carga negativa. Prótons e elétrons possuem cargas elétrica, bem como todo tipo de matéria.

Quando falamos que um corpo está carregado eletricamente, estamos dizendo que há uma diferença entre o número de elétrons e de prótons que constituem o corpo. Os corpos carregados positivamente possuem uma falta de elétrons através de um processo de eletrização, ficando com um número maior de prótons que de elétrons. Assim, um corpo carregado negativamente ganhou carga negativa, ou seja,

ganhou elétrons, ficando com um número maior de elétrons do que de prótons, nesse sentido, um corpo neutro possui número de prótons igual ao número de elétrons.

Cargas de sinais contrários se atraem e cargas de sinais iguais se repelem. No experimento eletrizamos diversos materiais por meio do atrito, que acontece quando esfregamos algo. Temos dois corpos neutros, como uma régua e um papel toalha, quando esfregamos o papel na régua, acontece a passagem de elétrons de um material para outro, assim, um perde (fica carregado positivamente) e outro ganha elétrons (fica carregado negativamente), podemos perceber que a régua ficou carregada negativamente quando a aproximamos dos pedaços de papel picado. Se os pedaços de papel foram atraídos pela régua, concluímos que eles estavam neutros, ou seja, não estavam carregados, percebemos então, que corpos neutros são também atraídos por corpos negativamente carregados.

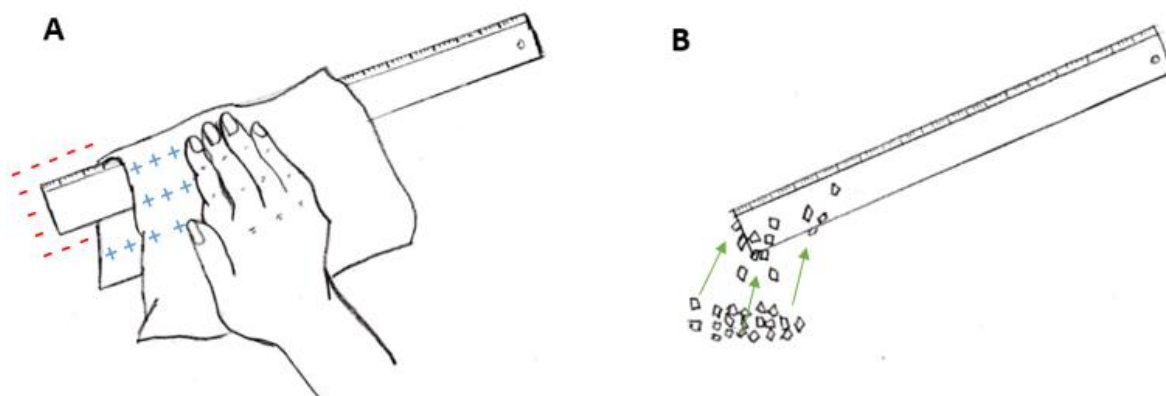
PARTE I

Ao atritar uma caneta na parede, a caneta passa a ser atraída por ela.

PARTE II

Após o atrito da régua com o papel toalha (Figura 27A), a régua atrai os pedaços de papel pois fica carregada negativamente (recebe elétrons do papel toalha), atraindo os pedaços de papel que são neutros (Figura 27B).

Figura 27 - Representação de eletrização por atrito: Atritando a régua com papel toalha (A); aproximando a régua aos pedaços de papéis (B)

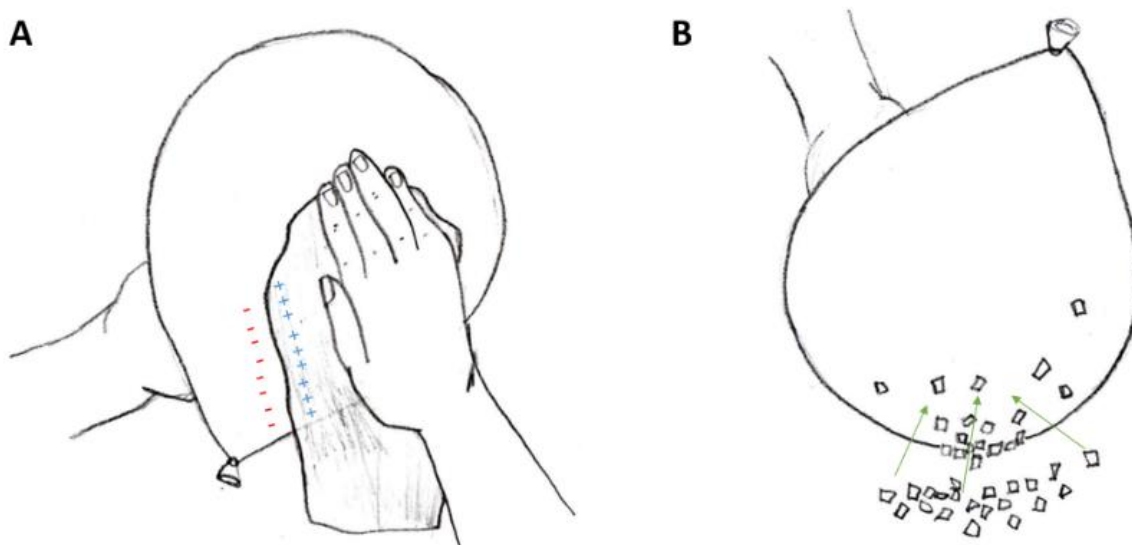


Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE III

O balão (Figura 28A) ao ser atritado com o tecido de lã recebe elétrons do tecido, ficando eletrizado negativamente, o que faz com que ele atraia os pedaços de papel que são neutros (Figura 28B).

Figura 28 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o balão com tecido de lã (A); aproximando o balão aos pedaços de papéis (B)

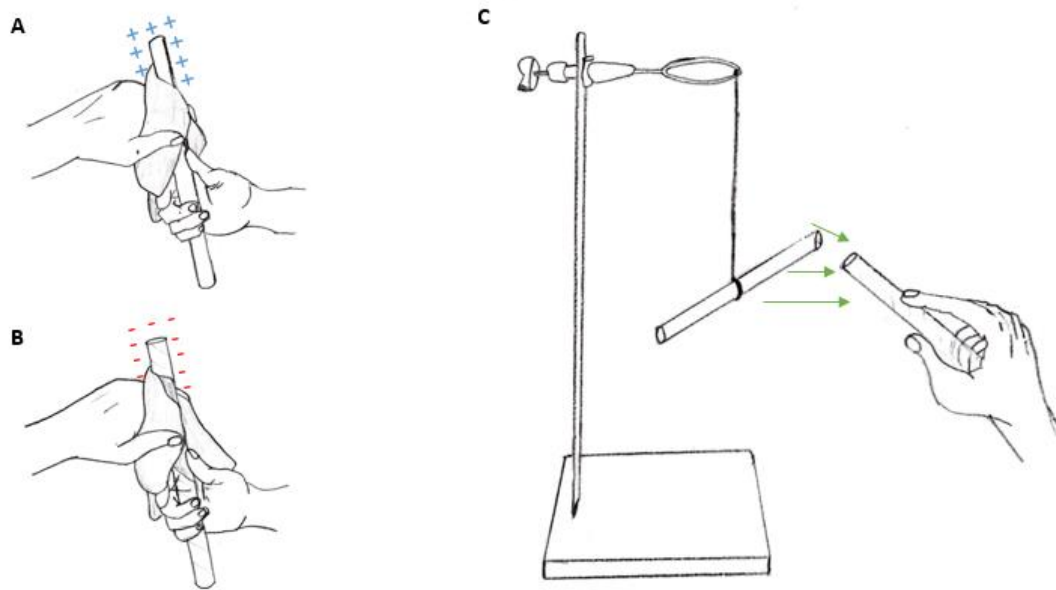


Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE IV

Ao atritarmos um bastão de vidro com papel toalha, ele doará elétrons para o papel, ficando carregado positivamente (Figura 29A). No entanto, o efeito contrário acontece quando atritamos um canudo de plástico com papel toalha (Figura 29B), nesse caso, o canudo recebe elétrons do papel toalha e fica carregado negativamente. Por isso ao aproximarmos o bastão de vidro do canudo de plástico eles são atraídos (Figura 29C).

Figura 29 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o bastão de vidro com o papel toalha (A); atritando o canudo de plástico com papel toalha (B); e aproximando o bastão de vidro do canudo de plástico (C).

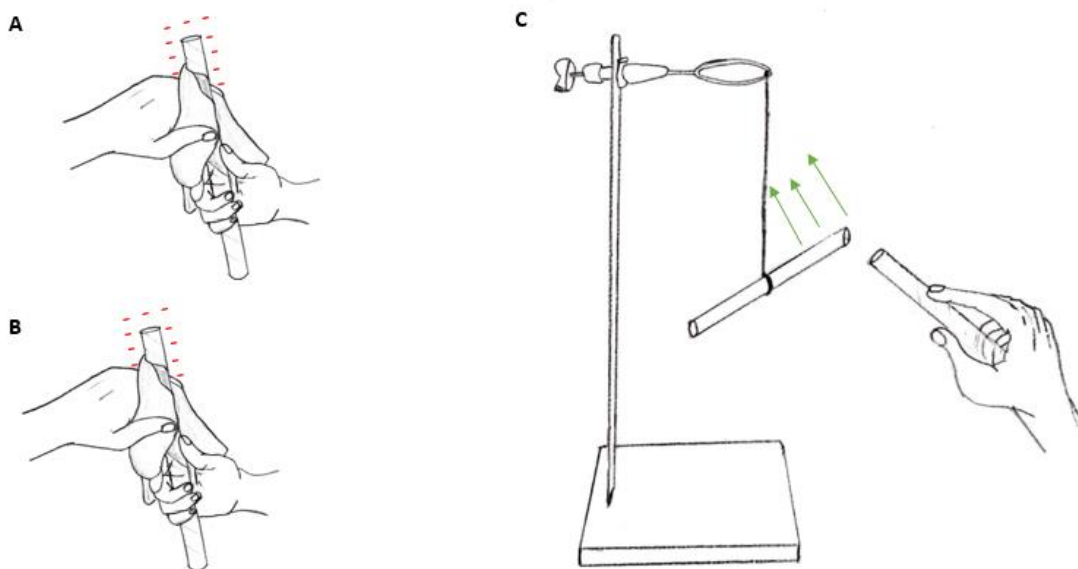


Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE V

Como vimos anteriormente, ao atritarmos um canudo de plástico com papel toalha, ele fica carregado negativamente. Assim, quando aproximamos dois canudos de plástico eles se repelem por terem cargas iguais (Figura 30C).

Figura 30 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o canudo de plástico com o papel toalha (A); atritando o canudo de plástico com papel toalha (B); e aproximando os dois canudos de plástico (C).



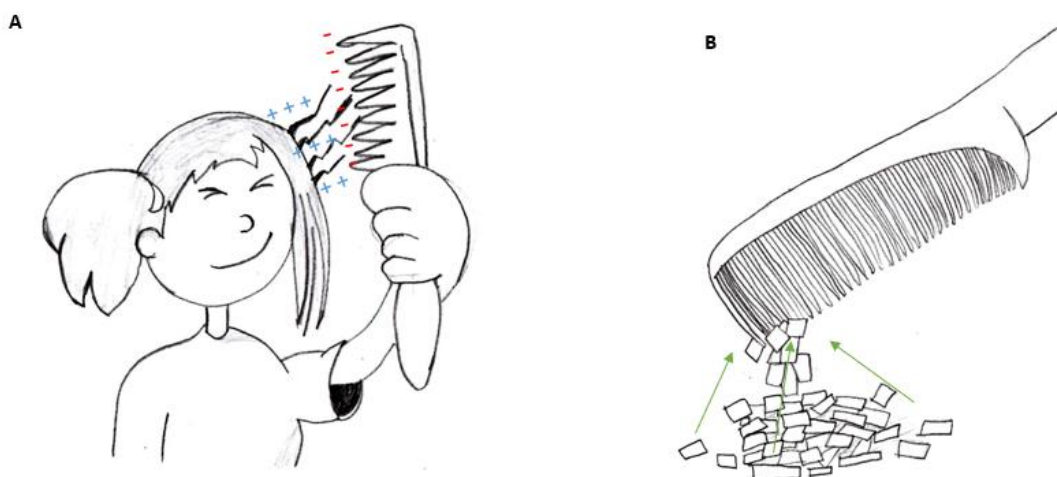
Fonte: créditos Flávio Soares

Como vimos na Parte V, o bastão de vidro quando atritado fica carregado positivamente, por isso ele não atrai os pedaços de papel, quando aproximado deles.

PARTE VI

Após atritar o bastão de vidro com o papel toalha e aproximá-lo dos pedaços de papel, não se percebe nenhum fenômeno, isso acontece porque o bastão não fica negativamente carregado, ou seja, não fica com excesso de elétrons. Um exemplo bastante comum no nosso cotidiano acontece quando penteamos os cabelos, ao atritarmos o pente nos cabelos (Figura 31A), ele recebe elétrons dos cabelos, ficando carregado negativamente, fazendo os fios de cabelo se repelirem. Ao atritarmos o pente nos cabelos ele também será capaz de atrair pedaços de papel (Figura 31B).

Figura 31 - Representação de eletrização por atrito: Atritando o pente no cabelo (A); aproximando o pente aos pedaços de papéis (B)



Fonte: créditos Flávio Soares

Percebemos que materiais podem se atrair ou repelir, o que vai depender do excesso de cargas elétricas no material.

Momento 7 - Respostas: Após todas as discussões os estudantes tiveram novamente que responder as questões feitas no Momento 3, ou seja, como explicam cada fenômeno apresentado, levando-se em consideração a Teoria Atômica de Thomson. As respostas dos estudantes foram enviadas de forma privada pelo

WhatsApp e avaliadas com base em abordagens científicas. A seguir, algumas repostas apresentadas pelos estudantes.

E1:

I - “Porque há diferentes cargas na caneta e na parede, com o atrito, a caneta fica carregada negativamente e então gruda na parede”

II - “Porque a régua ficou negativamente carregada e atraiu os papéis”

III - “Porque quando friccionaram a lã no balão no balão é como se a lã estivesse transportando elétrons para o balão. Assim acabou atraindo os papéis”

IV - A Carga positiva do vidro atraiu a carga negativa do canudo”

V - Porque os dois estavam carregados negativamente, o que fez com que eles se empurrassem”

VI - O vidro não atraiu os papeis porque eles só são atraídos por cargas negativas, e o vidro estava positivamente carregado”.

E3:

I - “Com atrito, a parede cedeu elétrons para a caneta”

II - “O papel toalha cedeu elétrons para o plástico, que ficou negativo, atraindo o papel que estava com cargas positivas”

III - “A lã cedeu elétrons para negativos para o balão, que depois de ficar com elétrons atraiu os papéis”

IV - “O canudo e o vidro foram friccionados, mas o canudo tem mais probabilidade de pegar elétrons do que o vidro, que ficou positivo”

V - “Os canudos friccionados ficam com os elétrons, negativo e negativo se afastam, por isso os canudos ficam distantes um do outro”

VI - “O vidro não pega elétrons do papel, mantendo-se positivo. Por isso não atraiu os papéis”

E4:

I - “A carga neutra da caneta passou a ser positiva por isso grudou na parede”

II - “A carga neutra da régua e da caneta passou a ser negativa por isso houve a atração”

III - “A carga do balão ficou negativa depois de friccionado, por isso, atraiu os papéis picados”

IV - “A carga do canudo ficou negativa e a do bastão ficou positiva, daí a atração do canudo para o bastão”

V - “Após friccionar os dois canudos, a carga de ambos ficou negativa e ao invés de atrair, repulsou”

VI - “O bastão de vidro ao ser friccionado fica positivo, por isso não ocorre atração”.

E5:

I - “A carga da parede é oposta a carga da caneta, quando friccionadas uma à outra, sendo então magnetizadas”

II - “Quando friccionamos o papel toalha a régua, as cargas foram divididas assim, a régua ficou com carga negativa e atraiu os papéis com cargas positivas”

III - “A lã esfregada ao balão transportou cargas negativas para o balão”

IV - “O vidro com uma carga oposta (negativa) ativou o canudinho carregado de cargas positivas”

V - “O mesmo não acontece aqui, os dois canudinhos estavam igualmente carregados e foi possível perceber que eles se absolviavam um ao outro os iguais se repelem”

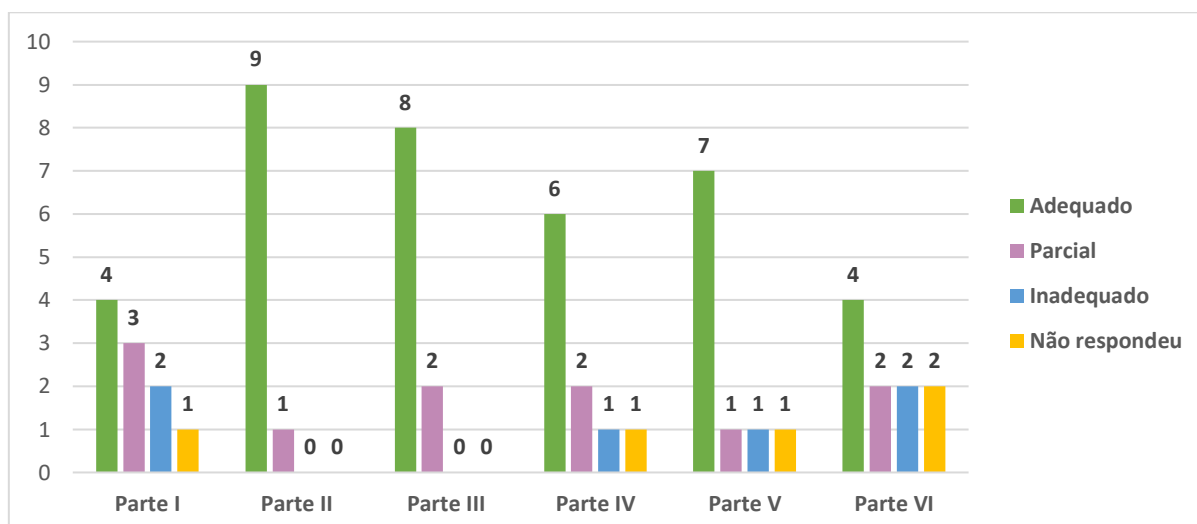
VI - “O vidro e os papéis também tinham cargas iguais, mas nesse caso, positivas”

Para exemplificação, temos: para a Parte I, considerou-se adequadas as repostas dos E1 e E3, que citaram corretamente o fato da parede ter cedido elétrons para a caneta, a caneta ficou negativamente carregada (o que podemos inferir com base na série Triboelétrica) e então foi atraída pela parede. Considerou-se inadequada a resposta do E4, pois ele afirmou que a caneta ficou com carga positiva, e a apresentada pelo E5, pois o estudante citou o termo magnetização como efeito da fricção realizada entre a parede e a caneta.

As repostas apresentadas foram discutidas para que não houvesse assimilação de conceitos considerados inadequados de acordo com a comunidade científica. Posteriormente a apresentação do conteúdo foram realizadas discussões da abordagem proposta e sua aplicação no cotidiano. Os discentes foram questionados sobre a temática, mas disseram não perceber esses fenômenos no dia a dia.

As respostas dos estudantes foram avaliadas de acordo com o uso adequado dos termos técnicos, ou seja, se os estudantes apresentaram um discurso coerente com o modelo científico (Gráfico 3).

Gráfico 3: Análise da abordagem científica nas respostas dos estudantes



Fonte: a autora

Momento 8 - Implicações: Na eletrostática, os corpos apresentam eletricidade estática, ou seja, os materiais estão eletrizados com cargas em excesso, mas não em movimento. No nosso corpo bem como todos os materiais possuem eletricidade estática, carga elétrica positiva ou negativa (BARROS; BARRETO, 2017). Os choques causados pela eletricidade estática são comuns e acontecem quando há contato entre cargas diferentes. Isso acontece principalmente quando o ar está seco, pois o ar age como um isolante e não permite que as descargas elétricas aconteçam de maneira contínua, assim, devido ao isolamento, mais energia é concentrada nas pessoas e, quando tocam em outra pessoa ou em um material, com carga diferente, a descarga é maior. Quando o tempo está úmido, as descargas acontecem mais regularmente, assim, são menos notadas.

Em ambientes com ar-condicionado também é comum esse fenômeno pois o aparelho provoca a diminuição de umidade. Os choques também são comuns no inverno, quando mais pessoas tendem a usar casaco de lã sintética. Esse material mantém a carga elétrica, assim, é possível ouvir pequenos estalos quando se manuseia um agasalho de lã sintética por causa das pequenas descargas elétricas.

Outros assuntos ainda foram levantados, como não sair e entrar em um carro durante o abastecimento, o atrito nas fábricas de tecidos e o que pode ser feito para amenizar essas manifestações da eletrostática.

Durante as discussões algumas perguntas foram feitas aos estudantes para que pudessem dialogar sobre a temática.

Pesquisadora: Alguém já levou choque ao encostar em alguém; penteou os cabelos secos com pente de plástico e ficou com *frizz*?

Estudantes: “Sim”

Os estudantes não souberam dizer o porquê desses fenômenos acontecerem. O fato foi então explicado.

Pesquisadora: Que tipo de pente poderíamos então utilizar para não ficar com *frizz* nos cabelos?

E3, E4, E9 e E10: “pente de madeira”

Os estudantes foram questionados sobre o porquê do pente de madeira. Muitos se manifestaram e foram completando a fala dos demais. Em resumo, obtivemos: “Porque eles não ficam com cargas negativas quando friccionados/ atritados no cabelo, daí não atrai os cabelos”.

Percebemos ao final deste terceiro encontro que muitos estudantes utilizam uma linguagem cotidiana relacionada ao conhecimento científico. Obtivemos resultados satisfatórios quanto à compreensão dos estudantes perpassando pelos três níveis do conhecimento químico durante a experimentação demonstrativo-investigativa.

Momento 9 - Resíduos: Os materiais utilizados no experimento podem ser descartados normalmente.

4.2.4 A TEORIA ATÔMICA DE DALTON E THOMSON (ENCONTRO IV)

Para Ferreira, Hartwing e Oliveira (2009), muitos estudantes apresentam dificuldades para utilizar o conteúdo abordado nas atividades experimentais em situações do cotidiano, pois as realizam em um contexto não significativo. Geralmente o professor não discute fatos como a importância industrial, social e econômica dos produtos envolvidos. Assim, as discussões perante a experimentação ficam apenas na exemplificação dos conceitos e por isso não contribuem para a função social do

Ensino Química. Diante disso, trouxemos duas atividades para que os estudantes pudessem explicar com base nas teorias trabalhadas anteriormente.

Número de participantes: 9 estudantes.

A atividade teve início com a apresentação de um vídeo utilizando um “Espanador Eletrostático”.

Pesquisadora: “Com base na Teoria Atômica de Thomson, explique o funcionamento de um espanador eletrostático” (Figura 32).

Figura 32: Espanador eletrostático



Fonte: a autora

As respostas foram avaliadas de acordo com o uso adequado dos termos científicos. A análise pode ser visualizada no Tabela 20:

Tabela 20: Análise percentual da presença de conceitos científicos nas respostas dos estudantes sobre o funcionamento de um espanador eletrostático

	Adequada	Parcial	Inadequada	Não respondeu	TOTAL
Total	6	1	2	3	11
Porcentage m	50%	8%	17%	25%	100%

Fonte: a autora

A seguir apresentamos algumas repostas dos estudantes.

Respostas consideradas adequadas:

E4 - O espanador por ser eletrostático ele tem carga negativa, ou seja, tem mais elétrons que prótons, o que tiver carga neutra será atraído pelo espanador.

E5 - O espanador eletrostático atrai a poeira porque ele é carregado com elétrons, negativamente.

Resposta considerada parcialmente adequada

E11 - O espanador e os elétrons dele é negativo e os papeis são neutros por isso grudam, ele funciona ele gruda em qualquer coisa.

Respostas consideradas inadequadas

E9 - Ao levar o espanador de um lado para o outro no sofá fez com que criasse uma energia negativa, sobre os papeis que são neutros, fazendo que os papeis grudassem no espanador.

E10 - O espanador tem carga neutra quando ele entra em contato com a poeira ele fica negativo fazendo a poeira grudar.

Observa-se que metade dos estudantes expuseram repostas adequadas, se consideramos somente os estudantes que responderam, a porcentagem sobe para 67% no que se refere ao conhecimento científico para explicar o funcionamento do espanador. Foram utilizados corretamente os termos atração, cargas e elétrons.

Num segundo momento foi mostrado aos estudantes uma colher de plástico com mancha causada pelo corante açafraão (Figura 32).

Figura 33: Colher de plástico manchada com açafraão



Fonte: a autora

Pediu-se que os estudantes respondessem: Porque a colher fica manchada após o contato com o corante.

E4 - As moléculas da colher de plástico não são tão juntas e isso é uma das possibilidades do corante ter manchado a colher de plástico.

E5 - Há um espaçamento entre um átomo e outro da colher de plástico, que quando em contato com o corante os espaços são ocupados.

Após o recebimento das respostas apresentadas aqui, eles foram questionados sobre o porquê desse mesmo fenômeno não acontecer com uma colher de metal. Consensualmente responderam que isso se deve ao fato de os átomos do metal estarem mais juntos, não permitindo que o corante passe por eles. Nesse sentido, percebemos que os estudantes conseguem relacionar o conhecimento científico a eventos do seu cotidiano.

Por fim, objetivando apresentar aos estudantes um pouco da história da Ciência, foi realizada uma leitura coletiva de trechos dos livros de Dalton e Thomson abordando suas Teorias Atômicas. Durante a leitura foram realizadas discussões sobre os experimentos realizados. Diante do exposto tendo como base nossos objetivos de pesquisa que foi o de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson no ensino fundamental, pudemos expor algumas observações.

Para realizar as referidas contribuições, fizemos uso de um histórico da vida e da teoria atômica proposta por Dalton e Thomson. Realizamos atividades experimentais com viés demonstrativo-investigativo transcorrendo os três níveis do conhecimento químico: observação macroscópica, interpretação submicroscópica e expressão representacional.

Diante do exposto, destacamos a importância do professor aprofundar seus conhecimentos em relação às teorias atômicas. É imprescindível a compreensão do docente perante ao átomo, bem como reconhecer que ele é uma criação científica e que a Ciência se faz ao longo dos anos, bem como dialogar sobre esse conhecimento com os estudantes.

Ressaltamos que a utilização de experimentos demonstrativo-investigativos foram fundamentais para a realização desta pesquisa. Apesar das dificuldades impostas pela pandemia como o fato dos experimentos estarem sendo executados

em vídeo, os estudantes se mostraram participativos quanto a realização das atividades propostas.

A primeira abordagem que utilizamos foi a macroscópica. Iniciar cada encontro com a realização do experimento foi muito importante para reconhecer o que os estudantes já sabiam sobre a temática, o que imaginavam que aconteceria em cada caso, o levantamento de hipóteses. Foi percebido neste primeiro momento que muitos fizeram uso de termos técnicos atrelados ao seu conhecimento cotidiano. Ressaltamos que não utilizar o termo técnico nesse momento, não implica em inadequação.

Compreender como os cientistas representavam e representam os modelos atômicos também é fundamental para a compreensão do contexto histórico dessa temática. Infelizmente, por falta de tempo hábil para a realização da atividade não foi possível solicitar que os estudantes representassem o Modelo Atômico de Dalton e Thomson com base em seus escritos.

Na interpretação submicroscópica, bem como em todas as discussões realizadas nos encontros foram utilizados conceitos teóricos que explicam os fenômenos observados. Assim, quanto à interpretação submicroscópica consideramos que foi extremamente válida, foi perceptível pelos resultados apresentados que a maioria dos estudantes fizeram uso de termos técnicos (com base no átomo) adequadamente para explicar os fenômenos observados nos experimentos.

É bastante comum a realização de aulas experimentais onde não são realizadas discussões sobre as implicações dos fenômenos realizados em laboratório ou em sala de aula associados à vivência dos estudantes, o que faz do experimento apenas um espetáculo. Assim, foram realizados debates que relacionam a atividade experimental com o cotidiano e possível descartes dos materiais. Foi possível perceber que os estudantes têm dificuldades de fazer essas associações por si só, no entanto quando se comenta algum exemplo, os estudantes sabem o que é e conseguem se manifestar sobre o relatado.

Compreendemos que o estudo dos Modelos Atômicos aqui apresentados podem ser utilizados pelos professores para explicar diversos fenômenos do cotidiano, o que foi percebido no último encontro com as duas questões desafiadoras em que os estudantes tinham que explicar o fenômeno com base em um dos modelos

apresentados. Enfatizamos assim, a importância de se trabalhar os modelos para o átomo tendo como base a experimentação demonstrativo-investigativa perpassando pelos três níveis do conhecimento químico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que o ensino de Modelos Atômicos é importante no ensino fundamental, por ser uma abordagem que traz relação com diversos conteúdos propostos em todos os anos do ensino fundamental e com o cotidiano do discente. Para tanto, diante da abstração dessa abordagem destacamos que o trabalho dessa temática com experimentos demonstrativos-investigativos com viés nos três níveis do conhecimento químico pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Como a relação das abordagens em sala de aula com o que os discentes vivenciam em seu dia a dia, bem como na compreensão de mutabilidade da Ciência, reconhecendo que ela não é uma verdade absoluta, mas transitórias.

Salientamos aqui a importância de se realizar experimentos simples associados ao cotidiano do estudante, permitindo discussões entre os demais colegas e com o professor. Isso permite que os estudantes percebam que a Ciência está em tudo ao seu meio e que eles podem explicar os mais diversos fenômenos com a compreensão do conhecimento científico.

Diante das atividades que realizamos, destacamos que foi importante começar a abordagem química a partir do que os estudantes já conheciam, assim, por meio da observação macroscópica foi possível que explicassem o que observaram com seu conhecimento prévio. Posteriormente, com a introdução da interpretação submicroscópica e da expressão representacional os estudantes passaram a compreender a linguagem científica aplicada ao experimento.

Outro aspecto importante da experimentação demonstrativo-investigativa que percebemos na realização das atividades apresentadas, foi quanto às discussões finais trazendo uma relação do estudo dos modelos atômicos com fenômenos cotidianos.

Por fim, foi possível planejar, desenvolver e avaliar atividades, fazendo uso da História da Ciência, de atividades experimentais demonstrativo-investigativas e dos Três Níveis do Conhecimento Químicos no ensino dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson, bem como elaborar uma Proposta de Ação Profissional (PAP) que poderá auxiliar professores da educação básica no trabalho dessa temática.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília. Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. Lei de Lei de Diretrizes e Bases, nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961.
- BRASIL. Lei de Lei de Diretrizes e Bases, nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5692.htm>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- BRASIL. Lei de Lei de Diretrizes e Bases, nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). MEC. Brasília. 1998.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). MEC. Brasília. 1999.
- BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). MEC. Brasília. 1998.
- BRASIL. Portaria nº 1.045, de 14 de dezembro De 1951.
- BRASIL. Resolução nº 8, de 1º de dezembro de 1971. <<https://www.scielo.br/pdf/reben/v25n1-2/0034-7167-reben-25-02-0176.pdf>> . Acesso em 23 de agosto de 2020.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 12.914 de 13 de março de 1918.
- BRASIL. Decreto nº 24.693 de 21 de julho de 1934.
- BRASIL. Parecer nº 853/71.
- BRASIL. Decreto nº 7970, de 15 de outubro de 1927. Data. Ementa. Aprova o regulamento do ensino primário.
- BRASIL. Lei nº 13.005 de 2014.
- BRASIL. Decreto nº 19.890 de 18 de abril de 1931. Lei Francisco Campos.
- ALMEIDA, A. M. G. G. Papel do Trabalho Experimental na Educação em Ciências. **Comunicar Ciências**. Ministério da Educação - Portugal. Departamento de Ensino Secundário, ano I, n. 1, 1998.
- ALMEIDA, A. M. G. G. de. Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. **Ensino Experimental das Ciências (Re) pensar o ensino das ciências**, Lisboa, ed. 1, p. 51-74, 2001.

<<https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~amateus/Docs/OtherPub/RepensarOEnsinoCiencias.pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

ANDRADE, J. S.; RAZUCK, R. C. S. R. O Ensino de Modelos Atômicos no 9º ano do Ensino Fundamental e Sua Abordagem nos Livros Didáticos de Ciências Aprovados pelo PNLD/2014. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014, Ouro Preto - MG. **Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 229p, 2011.

BARROS, A.E.A., BARRETO, P.G. **Eletromagnetismo: uma viagem do macro ao micro**. São Paulo: Livraria da Física, 1a. Ed., 2017

BEJARANO, N. R B.; CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, v.11, n.1, p.160-167, 2000.

BORGES, R. M. R.; IMHOFF, A. L.; BARCELLOS, G. B. Educação e Cultura Científica e Tecnologia: Centros e Museus de Ciências no Brasil, **EdiPUCRS**, Porto Alegre, 361p. 2015.

BROIETTI, F. C. D, FERRACIN T. P.; ARRIGO, V. Explorando o conceito “densidade” com estudantes do ensino fundamental. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, 13(2), 201-217, 2018

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In Longhini, M. D. (org). **O uno e o diverso na educação** (p. 253-266). Uberlândia, 2011.

CHAGAS, V. Núcleo Comum para os Currículos dos Ensino de 1º e 2º Graus. **R. bras. Est. pedag.**, Brasília, v.74, n. 177, p.385-423, 1993.

CHASSOT, A. **Pra que(m) é útil o ensino?** 4. Ed. Ijuí: Unijuí, 200 p. 2018.

CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 3. 1996a Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/ensino.pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

CHASSOT, A. **Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores**. Epistême, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 129-145. 1996b. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/mauriciofacanha/ensino-superior/historia-da-educacao-quimica-brasileira-chassot-1996/view>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em livros didáticos de química e concepções de Ciência. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc36_4/05-HQ-176-12.pdf, acesso em 22 de Fevereiro de 2022.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; FILHO, J. P. A. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p.101-129, 2015.

COSTA, R. G da; PASSERINO, L. M.; ZARO, M. A. Fundamentos teóricos do processo de formação de conceitos e suas implicações para o ensino e aprendizagem de química. **Ensaio Pesquisa Educação em Ciências**, Belo Horizonte, vol.14, n.1, pp.271-281, 2012.
<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172012000100271&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

DALTON, J. A New System of Chemical Philosophy, 1808, v.1, part 1. (Reimpressão – New York: **Philosophical Library**, 1964).

DIAS, J. C. T. O ensino experimental em Química, **Comunicar Ciência**, Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário, ano 1, n. 1, 1998.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do DF. **Currículo em Movimento da Educação Básica: Ensino Fundamental Anos Finais**. Brasília, 2018.

FERREIRA, L. F.; HARTWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, Vol. 32, n. 2, p. 101-106, 2009.

FUMAGALLI, Laura. O ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, Hilda (Org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**, Porto Alegre: ArtMed, 1998.

GIORDAN, G. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49. 1999. Disponível em:
<<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

GUIMARÃES, C. G. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, vol. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em:
<http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

GÜLLICH, R. I. C.; SILVA, L. H. A. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdade científicas? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 155 - 167, 2013.

HILL, C. O mundo de ponta cabeça. Trad. R. J. Ribeiro. São Paulo: **Companhia das Letras**, 1987.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3, 1994. p.299-313.

IZAIAS, R. D.; MELO, M.; PINTO, M. F. Análise Da Experimentação Em Livros Didáticos Produzidos Em Diferentes Contextos. IN: **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 8, n. 1, 2015.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemical Education Research and Practice**, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2006. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.132.4757&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

JOHNSTONE, A. H. You Can't Get There from Here. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2010/01/01 2009. ISSN 0021-9584. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ed800026d>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

JUNQUEIRA, M. C. C. O primeiro e único Conde da Barca Um iluminado na corte de Dom João / Maria Cecília Costa. **Tese de Doutorado**. Rio de Janeiro, 2018. 318 p. Disponível em: <http://www.hcte.ufrj.br/docs/teses/2018/maria_cecilia_costa_junqueira.pdf> acesso em 08 de novembro de 2020.

JUNIOR, E. L. Q. A.; CAVALCANTI, C. J. de H.; OSTERMANN, F. Base Nacional Comum Curricular, Ciências da Natureza nos anos finais do ensino fundamental e os mitos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Em Aberto**, Brasília, v. 33, n. 107, p. 141-154, jan./abr. 2020

KONDER. O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico In: CHASSOT, A. e Oliveira, J. R. (org). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998, p. 25

LOPES, A. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. **Química Nova**, v. 1, n.3, 1992. pp. 254-261. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol15No3_254_v15_n3_%2816%29.pdf>

MACEDO E.; LOPES, A. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.;MACEDO, E. (Orgs). **Disciplinas e Integração Curricular: História e Políticas**. Rio de Janeiro: DP& A, 2002, p. 73-94.

MATTHEWS, Michael. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, SC, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>. Acesso em: 04 Maio de 2020.

MELO, M. R.; NETO, E. G. de L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, vol. 35, n. 2, p. 112-122. 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

MELO, M.R. **Estrutura atômica e ligações química - uma abordagem para o ensino médio**. 2002. Dissertação do programa de pós graduação em....- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/249086>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

MELZER, E.E.M.; AIRES, J.A. A História da teoria atômica: uma análise Fleckiana Dalton a Bohr. **Ciência em Tela**, v.9, n.1, 2016.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 23-26, 1995.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, vol. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v23n2/2131.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

NASH, L. K. The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory. **Isis**. 47(2): 101-116, jun. 1956.

NOBELPRIZE. From Nobel Lectures, Physics 1901-1921, **Elsevier Publishing Company, Amsterdam**, 1967.

PAULING. L. **Química Geral**. AO LIVRO TÉCNICO S. A. Vol. 1. Rio de Janeiro, 1966.

PARTINGTON, J. R. **A History of Chemistry**. London: MacMillan, 1962. v.3.

PEREIRA, C. L. N.; SILVA, R. R. A História da Ciência e o Ensino de Ciências. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**. Edição Especial, março, 2009.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v.8, n.2, 2002. p.253-262.

ROSA, M.I.F.P.S. A evolução de idéias de alunos do 1º ano do ensino médio sobre o conceito de transformação química numa abordagem construtivista, **dissertação de mestrado**. Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp, 1996

ROSA, M. I. P.; TOSTA, A. H. O lugar da química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 253-262, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/07.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

ROSA, M.I.; SCHNETZLER, R.P. O conceito de transformação química. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, 1998

SANTOS, N. P dos, Laboratório químico-prático do Rio de Janeiro - primeira tentativa de difusão da Química no Brasil (1812- 1819). **Química Nova**, n. 2, vol. 27 p. 342-348, 2004. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000200030. Acesso em 08 de novembro de 2020.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34. 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P., **Educação em Química**: Compromisso com a cidadania, Unijuí, ed. 4, 160p, 2010.

SCHNETZLER, R. P. **O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de química de 1875 a 1978**. Dissertação do programa de pós-graduação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

SICCA, N. A. L. A experimentação no Ensino de Química - 2º Grau. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação, **Dissertação de Mestrado**, 1990.

SICCA, N. A. L. Razões históricas para uma nova concepção de laboratório no ensino médio de Química, **Paidéia**, FFCLRP-USP, Ribeirão Preto, p. 115-129, 1996.

SILVA, A. P.; SANTOS, N. P.; AFONSO, J. C. A criação do curso de engenharia química na Escola Nacional de Química da Universidade do Brasil. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 881-888, 2006. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol29No4_881_43-AG05150.pdf. Acesso em 23 de agosto de 2020.

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B.; A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências**: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000. p.120-153.

SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. de A.; FERREIRA, G. A. L. O que é a Química e o que o químico faz. **Notas de aula**, Brasília, 2005,

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. **Ensino de Química em Foco**. SANTOS, W. L. P. D. e MALDANER, O. A. Injuí: Injuí: 231-261 p. 2019.

SILVA, R. R.; ROCHA-FILHO, R. C.; TUNES, E.; TOLENTINO, M.; **Ensino de Conceitos de Química II**. Matéria: Um Sistema Conceitual quanto à sua forma de apresentação, 1986.

SISTO, F. F. **Fundamentos para uma Aprendizagem Construtivista**. Pró-Posições, 4, 38-52. 1993

TOLEDO, E. J. de L; DIAS, L.M. O Modelo Atômico de Thomson e os Livros Didáticos. Anais XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (XIX ENEQ) Rio Branco, 2018.

THOMSON, J. J. Carriers of negative electricity. **Nobel Lecture**, December 11, 1906. MLA style: J.J. Thomson - Nobel Lecture. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2021. Mon. 22 Feb 2021.
<<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1906/thomson/lecture/>>

THOMSON, J. J. **The Corpuscular Theory of Matter**. New York. Charles Scribner's Sons. 1907.

THOMSON, J. J. **Recollections and Reflections**. London. G. Bel and Sons. LTD. 1936

TEIXEIRA, A.; **Pequena Introdução à Filosofia da Educação**. A escola progressiva ou a transformação da escola. Companhia Editora Nacional. São Paulo. Ed. 6. 1971.

VIANA, H.E.B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. n. 7, p. 4-12, 2007.

VIANA, H.E.B.; PORTO, P. A. The Development of Dalton's Atomic Theory as a Case Study in the History of Science: Reflections for Educators in Chemistry. **Science & Education**, p. 75-90. 2009. Disponível em:
<http://www.springerlink.com/content/16555n56v1134111/fulltext.pdf> Acesso em 01 de setembro de 2021.

VIDAL, D. G. Cinema, Laboratórios, Ciências Físicas e Escola Nova. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n. 89, p. 24-28, 1994.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A Química no Ensino Fundamental de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 15-18, 1995. Disponível em:
<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/relatos.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física
Instituto de Química, Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Caro responsável, seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), em uma pesquisa intitulada “OS MODELOS ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL”, no âmbito do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB. A sua contribuição é relevante para possíveis mudanças e melhorias no processo ensino-aprendizagem, promovendo uma reflexão sobre a prática docente. Como nossa pesquisa é colaborativa, queremos construir com o aluno(a) uma parceria, interagindo na busca de alternativas para os diferentes contextos de ensino. É importante frisar que sua participação será protegida por total anonimato, quando do registro na futura Dissertação de Mestrado, em todas as suas etapas e em divulgações futuras, por qualquer meio.

Para formalizar sua aceitação em fazer parte dessa investigação, o que nos deixará honrados, assine, por favor, ao final deste documento, que terá duas vias. Uma delas ficará em seu poder e a outra com a pesquisadora-responsável.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título: Experimentação e o Modelos Atômicos de Dalton e Thomson no ensino fundamental

<p>Pesquisadora-responsável: Valéria Pereira Soares (Mestranda e Pesquisadora) E-mail: soares-valeria@hotmail.com</p>	<p>Orientadora: Evelyn Jeniffer de Lima Toledo (Orientadora e Pesquisadora) E-mail: Jeniffer.toledo@gmail.com</p>
--	---

Nosso trabalho visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem fundamentadas em ambientes virtuais, na perspectiva de compreensão de conceitos químicos pelos alunos. Assim, serão coletadas informações no curso, com a utilização de registros das atividades, gravação dos encontros, para análises posteriores, e ficará desde já garantido o anonimato individual dos participantes.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu, _____,
portador do RG _____ e do CPF _____,
abaixo-assinado, autorizo a participação do aluno(a)
_____ na pesquisa acima mencionada. Fui
devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora-responsável, Valéria
Soares sobre a investigação, bem como sobre os procedimentos a serem seguidos,
ressaltando-se a garantia plena do anonimato em todos os registros atinentes e em
toda a produção acadêmica resultante.

Brasília - DF, ____/____/____.



Pesquisa desenvolvida no âmbito do
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
Faculdade UnB Planaltina

ANEXO 1

UNIDADES TEMÁTICAS E OBJETOS DE CONHECIMENTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.

SÉRIE	UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO
6º ANO	Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Misturas homogêneas e heterogêneas; • Separação de materiais; • Materiais sintéticos; • Transformações químicas.
	Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Célula como unidade da vida; • Interação entre os sistemas locomotor e nervoso; • Lentes corretivas.
	Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Forma, estrutura e movimentos da Terra;
7º ANO	Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas simples; • Formas de propagação do calor; • Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra; • História dos combustíveis e das máquinas térmicas.
	Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade de ecossistemas; • Fenômenos naturais e impactos ambientais; • Programas e indicadores de saúde pública.
	Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Composição do ar; • Efeito estufa; • Camada de ozônio; • Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis); • Placas tectônicas e deriva continental.
8º ANO	Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Fontes e tipos de energia; • Transformação de energia; • Cálculo de consumo de energia elétrica; • Circuitos elétricos; • Uso consciente de energia elétrica.

	Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos reprodutivos; • Sexualidade.
	Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Sol, Terra e Lua; • Clima.
9º ANO	Matéria e energia	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos quantitativos das transformações químicas; • Estrutura da matéria; • Radiações e suas aplicações na saúde.
	Vida e evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Hereditariedade; • Ideias evolucionistas; • Preservação da biodiversidade;
	Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Composição, estrutura e localização do Sistema; • Solar no Universo; • Astronomia e cultura; • Vida humana fora da Terra; • Ordem de grandeza astronômica; • Evolução estelar.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018, p. 344-350)

ANEXO 2

HABILIDADES (VOLTADAS APENAS À UNIDADE TEMÁTICA: MATÉRIA E ENERGIA)

SÉRIE	HABILIDADES
6º	<ul style="list-style-type: none">• (EF06CI01) Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).• (EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).• (EF06CI03) Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).• (EF06CI04) Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.
7º	<ul style="list-style-type: none">• (EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.• (EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.• (EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.• (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.• (EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.• (EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).

<p>8º</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. • (EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais. • (EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo). • (EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal. • (EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável. • (EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.
<p>9º</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica. • (EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas. • (EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018, p. 345-351).

ANEXO 3

CONTEÚDOS E OBJETIVOS DE ENSINO APRESENTADOS NO CURRÍCULO EM MOVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL

Conteúdos - 6º ano
<ul style="list-style-type: none">• Substâncias puras e misturas• Misturas homogêneas e heterogêneas• Transformação química• Reagentes e produtos• Métodos de separação de misturas• Propriedades específicas da matéria: Densidade; Temperatura de fusão e ebulição• Materiais sintéticos: plástico; tecido; medicamentos; cosméticos.
Objetivos - 6º ano
<ul style="list-style-type: none">• Identificar a presença de substâncias puras e misturas no cotidiano, a partir de suas características macroscópicas.• Nomear algumas substâncias comuns (H_2O, O_2, $NaCl$, CH_4) e reconhecer que são formadas por elementos químicos.• Caracterizar e classificar em homogênea e heterogênea a mistura de substâncias como água e sal, água e óleo, água e areia etc.• Reconhecer a formação de novas substâncias a partir da mistura de substâncias distintas, comparando suas características.• Identificar a ocorrência de transformações químicas a partir da comparação entre o estado inicial do sistema (reagentes) e o estado final (produtos).• Explorar, experimentalmente, as transformações químicas usuais na culinária (corrosão, mistura de bicarbonato de sódio e vinagre, dentro outras possibilidades).• Reconhecer e caracterizar os métodos de separação de substâncias.• Discutir as propriedades específicas da matéria como densidade, temperatura de fusão e ebulição nos processos de separação de misturas como os aplicados na produção de sal de cozinha e a destilação do petróleo.• Identificar e selecionar métodos mais adequados para a separação de materiais em sistemas heterogêneos como os utilizados nos processos de reciclagem e separação do lixo e nos processos de tratamento de água e esgotos.• Apontar a presença, no cotidiano, de materiais sintéticos, avaliando os benefícios e os impactos ambientais para a produção e descarte desses materiais.

- Discutir o conceito de materiais sintéticos, relacionando-os ao desenvolvimento científico e tecnológico e reconhecendo sua importância para a sociedade contemporânea.
- Reconhecer a produção de medicamentos como um importante benefício do desenvolvimento científico e tecnológico.

Conteúdos - 7º ano

- Máquina simples
- Vantagem mecânica
- Máquina simples e desenvolvimento social
- Temperatura, calor e sensação térmica
- Fatores que influenciam na umidade, temperatura e sensação térmica do ambiente
- Trocas de calor
- Equilíbrio térmico
- Condutores e isolantes de calor
- Forma de propagação de calor
- Sol como fonte de energia
- Máquinas térmicas
- Tipos de combustíveis e usos nas máquinas térmicas
- Impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis
- Alternativas energéticas renováveis
- Mudanças econômicas, culturais e sociais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico

Objetivos - 7º ano

- Realizar experimentos controlados que permitam classificar quais materiais são melhores condutores de calor e quais são melhores isolantes e justificar suas aplicações em situações cotidianas.
- Entender o princípio de funcionamento de equipamentos como garrafas térmicas, coletores solares e filtros de barro e identificar a função de cada elemento que os compõem no que diz respeito à propagação do calor.
- Testar e avaliar as soluções tecnológicas para melhorar a propagação ou isolamento do calor.
- Reconhecer o Sol como a fonte de energia para manutenção da vida na Terra.
- Relacionar a energia solar com a formação dos ventos, com o ciclo da água, com a fotossíntese etc.
- Compreender a água como um agente termorregulador do ambiente.
- Investigar as trocas de calor no funcionamento das máquinas térmicas em especial no sistema de condicionamento de ar e geladeiras.

- Apontar e discutir os impactos ambientais do crescente uso das máquinas térmicas e propor alternativas ambientalmente mais viáveis.
- Reconhecer as máquinas térmicas do cotidiano como motores à combustão, geladeiras, condicionadores de ar e apontar as fontes quentes e frias de cada equipamento.
- Analisar, ao longo do tempo, os tipos de combustíveis usados nas máquinas térmicas, identificando os fatores que contribuíram para mudanças das fontes energéticas.
- Discutir os impactos do uso de combustíveis fósseis nas mudanças climáticas e na saúde da população.
- Avaliar os avanços socioambientais e econômicos causados pela produção e uso de determinados combustíveis e máquinas, considerando as alternativas energéticas como o álcool, a eletricidade, a energia solar, a energia eólica etc.
- Discutir e avaliar as mudanças econômicas, culturais e sociais decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e produtos como combustíveis alternativos, máquinas mais eficientes, processos de automação e informatização.

Conteúdos - 8º ano

- Matéria e Energia
- Fontes e tipos de energia
- Energia renovável e não renovável
- Componentes do circuito elétrico; Tipos de circuitos elétricos
- Transformações da energia elétrica em outros tipos de energia
- Consumo de energia elétrica
- Eficiência energética de aparelhos
- Consumo responsável da energia elétrica.
- Usinas de geração de energia elétrica
- Impactos socioambientais da produção de energia elétrica
- Transmissão e uso responsável da energia elétrica

Objetivos - 8º ano

- Reconhecer as diferentes fontes e tipos de energia utilizadas nas residências e cidades.
- Classificar as fontes de energia em renováveis e não renováveis.
- Propor e implementar medidas que possibilitem a substituição do uso de energias não renováveis por renováveis.
- Identificar e descrever as funcionalidades dos componentes que fazem parte do circuito e dos aparelhos elétricos de uma residência como, fios, interruptores, lâmpadas, LEDs, disjuntores, pilhas, baterias etc.
- Organizar, de diferentes maneiras lógicas, os componentes do circuito elétrico de modo a possibilitar seu funcionamento.
- Montar circuitos que possibilitem simular uma instalação elétrica residencial.

- Identificar os tipos de transformação de energia que ocorrem em aparelhos elétricos residenciais como chuveiro, ferro, TV e liquidificador.
- Classificar os equipamentos elétricos de uso cotidiano de acordo com as transformações de energia que ocorrem em seu funcionamento (da energia elétrica para térmica, luminosa, sonora, mecânica etc.).
- Discutir as características dos aparelhos que apresentam maior consumo de energia e apontar soluções para o uso racional.
- Identificar as potências de diversos aparelhos elétricos residenciais.
- Relacionar a potência do aparelho ao consumo de energia.
- Estimar o tempo médio de uso mensal de aparelhos elétricos.
- Calcular o consumo de energia elétrica relacionando potência e tempo médio de uso para cada eletrodoméstico.
- Avaliar o impacto de cada equipamento no consumo mensal e no valor da conta de energia elétrica.
- Avaliar as informações existentes nas etiquetas de indicação de eficiência energética dos aparelhos residenciais.
- Reconhecer os equipamentos que apresentam mais eficiência energética e menor consumo de energia.
- Propor ações coletivas sustentáveis que considerem o uso de aparelhos mais eficientes e promovam mudanças de hábitos de consumo responsável da energia elétrica.
- Discutir como a energia elétrica chega e é usada na escola, residência e cidade.
- Compreender os princípios básicos de funcionamento das usinas de geração de energia elétrica - hidroelétrica, termoelétrica, nuclear, eólica e solar -, discutindo suas semelhanças e diferenças.
- Discutir e avaliar as vantagens e desvantagens das usinas de energia considerando custos e impactos socioambientais de geração e transmissão.

Conteúdos - 9º ano

- Estrutura da matéria
- Modelo de constituição da matéria
- Aspectos quantitativos das transformações químicas
- Ligações químicas
- Elementos químicos
- Modelos de estrutura da matéria

Objetivos - 9º ano

- Apontar situações do cotidiano em que as mudanças de estados físicos de materiais podem ter impactos significativos.
- Discutir as mudanças de estados físicos da matéria, identificando as variáveis envolvidas nesses processos.
- Explicar as transformações de estado físico com base no modelo de constituição submicroscópica da matéria.

- Propor mecanismos para evitar as mudanças de estado da matéria em situações que estas são indesejáveis.
- Identificar nas situações cotidianas as transformações que ocorrem na natureza, nas fábricas, nos veículos, no nosso corpo, relacionando-as aos diferentes tipos de reações químicas.
- Reconhecer e distinguir reagentes e produtos de uma reação química, estabelecendo proporções entre suas massas.
- Discutir a formação de novas substâncias a partir da quebra e formação de ligações entre os elementos químicos.
- Associar a ocorrência dos elementos químicos ao mundo natural e relacioná-los à manutenção da vida e ao mundo tecnológico.
- Reconhecer que modelos são descrições aproximadas da realidade, com limitações e aplicações em situações específicas.
- Analisar a evolução dos principais modelos da estrutura da matéria, considerando contextos históricos, sociais e tecnológicos.
- Discutir os modelos que descrevem mais apropriadamente os átomos e a composição de moléculas simples.

Fonte: Adaptado de DISTRITO FEDERAL (2018, p. 231-250).



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS DE
DALTON E THOMSON NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Valéria Pereira Soares

Proposição de ação profissional resultante da dissertação realizada sob orientação da Prof.a Dra. Evelyn Jeniffer de Lima Toledo e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília-DF

2021



A EXPERIMENTAÇÃO NO ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON NO ENSINO DE CIÊNCIAS



VALÉRIA PEREIRA SOARES
EVELYN JENIFFER DE LIMA TOLEDO

AGOSTO DE 2021



APRESENTAÇÃO

Professor (a) e colega,

Creio que sua chegada a este projeto ocorreu na busca por metodologias para abordar sobre os Modelos Atômicos. Em meu trabalho em sala de aula, pude perceber diversas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem dessa temática. Essas dificuldades geralmente são impostas pela difícil abstração desse conteúdo

A dificuldade relatada por meus alunos comumente estava atrelada ao fato dos entes desse estudo não serem algo visível, palpável, ou mesmo pelo pouco destaque da Química no Currículo do Ensino Fundamental. Os estudantes enxergam a disciplina de forma equivocada, o que contribui para que eles fiquem desinteressados. Essa dificuldade não se encerra com os discentes. Alguns colegas professores também relatam que têm dificuldades na abstração dos fenômenos químicos e assim não conseguem efetivar o processo de ensino e aprendizagem. Foi assim que surgiu o interesse pela busca de novas práticas que pudessem contribuir com minha prática docente e desejo que contribuam também com a sua.

Confesso que não foi uma tarefa fácil, mas ter tido a honra de participar de uma formação continuada como foi o Mestrado em Ensino de Ciências me proporcionou grandes aprendizados, assim, chegamos às metodologias apresentadas neste trabalho.

É muito comum a utilização da experimentação no Ensino de Ciências. É também comum perceber que geralmente esses experimentos são realizados como uma simples "receita de bolo", já bastante criticada na literatura. Assim, para a realização deste projeto, foi utilizada a Experimentação Demonstrativo-investigativa perpassando pelos três níveis do conhecimento químico (Macroscópico, Submicroscópico e Representacional) e pela história da Ciência. A seguir apresento um pouco sobre essas metodologias e uma proposta de ensino que você poderá realizar em suas aulas.



Dentre as mais diversas discussões referentes à experimentação, as principais abordagens tratam sobre como utilizá-la em sala de aula. Guimarães (2009) destaca que existem muitas críticas sobre o ensino tradicional, no qual o professor transmite o conteúdo e os alunos são considerados apenas ouvintes. Além de não existir nesse tipo de ensino a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes na abordagem dos conteúdos. Esses fatores podem contribuir para o desinteresse dos alunos pelo ensino.

Nesse sentido, é essencial uma adaptação das atividades práticas, de forma que tenham objetivos claramente expressos e possam contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Silva e Zanon (2000) defendem que é fundamental a atuação pedagógica do professor nessas atividades, com intervenções e proposições para que os alunos relacionem as novas explicações referentes à experimentação com os fatos explorados em sala de aula.

Muitas vezes o experimento realizado em sala de aula aparece como uma forma de diversão, sem nenhuma contextualização e sem questionamentos a respeito do que foi realizado. Hodson (1994) ressalta que os experimentos em laboratório podem não trazer nenhum conhecimento científico para o aluno, tendo em vista que geralmente a atividade experimental não passa de uma mera distração dos conceitos importantes. O autor então afirma que é necessário menos práticas e mais reflexões. Os alunos precisam discutir e interpretar suas descobertas oferecendo explicações sobre o comportamento observado e fazendo uso de conceitos abstratos, sendo estes os verdadeiros objetivos da aprendizagem.

Nessa perspectiva, para que as atividades experimentais consigam articular teoria e prática é necessário um bom planejamento e condução. É fundamental que os professores tenham a lucidez quanto ao papel da experimentação no ensino de Ciências, salientam Silva, Machado e Tunes (2019). Para os autores, a experimentação, quando utilizada num aspecto mais crítico, pode contribuir para que os estudantes conheçam a Ciência como uma construção humana, como verdades transitórias e não como verdades imutáveis. A experimentação utilizada nessa perspectiva deve favorecer o desenvolvimento do pensamento analítico dos estudantes.

A EXPERIMENTAÇÃO DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVA

Silva, Machado e Tunes (2019) apresentam que atividades experimentais demonstrativo-investigativas trazem como seus aspectos positivos: sua utilização inserida à aula teórica, contribuir com maior participação dos estudantes permitindo interações com os outros alunos e com o professor, possibilitar melhor compreensão por parte dos alunos sobre a relação experimento-teoria, permitir o levantamento de concepções prévias dos estudantes atrelada à formulação de questões que gerem conflitos cognitivos, desenvolver as habilidades cognitivas por meio de formulação e teste de hipóteses, entre outros.

É importante que as atividades experimentais demonstrativo-investigativas sejam conduzidas na perspectiva de experiências abertas. Essas experiências são aquelas em que os fenômenos são observados e os alunos conseguem, sob orientação do professor, relacioná-las com uma teoria, ressaltam Silva, Machado e Tunes (2019). No que tange às atividades experimentais, os autores apresentam uma maneira de conduzir uma atividade experimental demonstrativo-investigativa a fim de alcançar resultados mais efetivos no processo de ensino-aprendizagem, observando as etapas do Quadro 1.

Quadro 1: Descrição dos Momentos para realização de atividades experimentais demonstrativos-investigativas

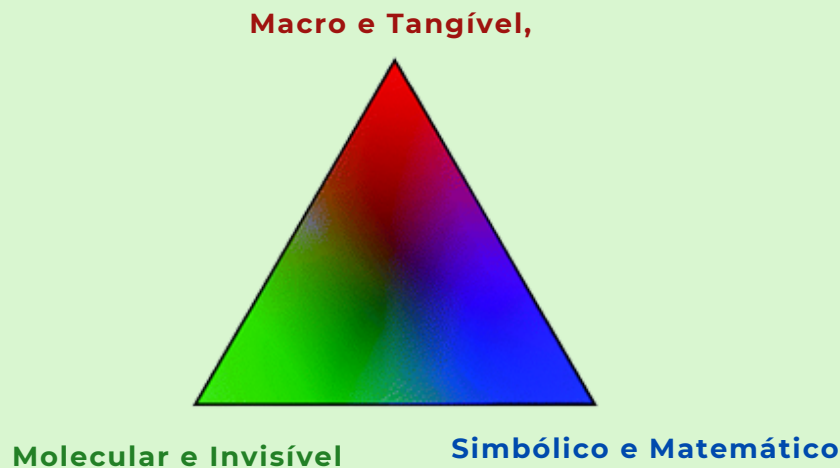
MOMENTO	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
0	Perguntas e Questionamentos	Perguntas e questionamentos a respeito do que os estudantes acreditam que irá acontecer em cada situação apresentada.
1	Experimento	Realização do experimento.
2	Observação	Descrever o que foi visualizado durante a realização do experimento.
3	Hipóteses	Perguntar por meio de questões pré-definidas, para que os alunos levantem hipóteses, ou seja, possíveis explicações para o fenômeno observado.
4	Interpretação Submicroscópica	O professor deve recorrer às teorias científicas disponíveis que expliquem o fenômeno observado a nível atômico molecular. Este momento se refere ao conteúdo teórico.
5	Discussões	Esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam.
6	Expressão representacional	Introduzir a expressão representacional como um resumo do que foi observado e do que foi explicado.
7	Síntese	Responder novamente à(s) pergunta(s) feita (s) no momento 3, tendo como base as discussões realizadas no decorrer da atividade e levando em consideração, além do que foi observado, a interpretação submicroscópica e a expressão representacional.
8	Implicações	Discutir sobre possíveis implicações do fenômeno. Estas podem ser sociais, culturais, políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais etc. e de sua vivência em geral relacionadas à atividade experimental.
9	Resíduos	Discutir sobre a possível geração de resíduos para a realização dos experimentos.

Fonte: adaptado de Silva, Machado e Tunes (2019)

OS NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO

Johnstone (2009) apresenta um modelo que busca explicar as três maneiras pelas quais olhamos ou representamos a Química e as mudanças químicas. O autor aborda que essa Ciência pode ser visualizada em três componentes: macro e tangível, molecular e invisível, simbólico e matemático. Vale ressaltar que esse modelo não apresenta níveis de hierarquia (Figura 1).

Figura 1 - Modelo de Johnstone para os Níveis de Representação do conhecimento químico.



Fonte: Adaptado de Johnstone (2009, p. 24)

Johnstone (2009) ressalta que em uma aula o professor pode passar por todas as partes do triângulo. Como exemplo, cita que segurando um tubo de ensaio de uma solução azul o professor poderia dizer: “Tenho aqui uma solução aquosa de sal de cobre. O azul é devido à hidratação dos íons de cobre, escrito como $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ” (p.24). Com esse exemplo, nota-se que o professor passou pelos três cantos do triângulo e foi para seu centro. Em outras palavras, pode-se dizer que o professor esteve no Macro e Tangível ao mostrar o tubo de ensaio com a solução azul, passando para o Molecular e Invisível quando fala da hidratação dos íons de cobre e finaliza com o Simbólico e Matemático quando escreve $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ para representar o estado de oxidação do Cobre. O professor passa então a estar no centro do triângulo, pois passou por todas as arestas.

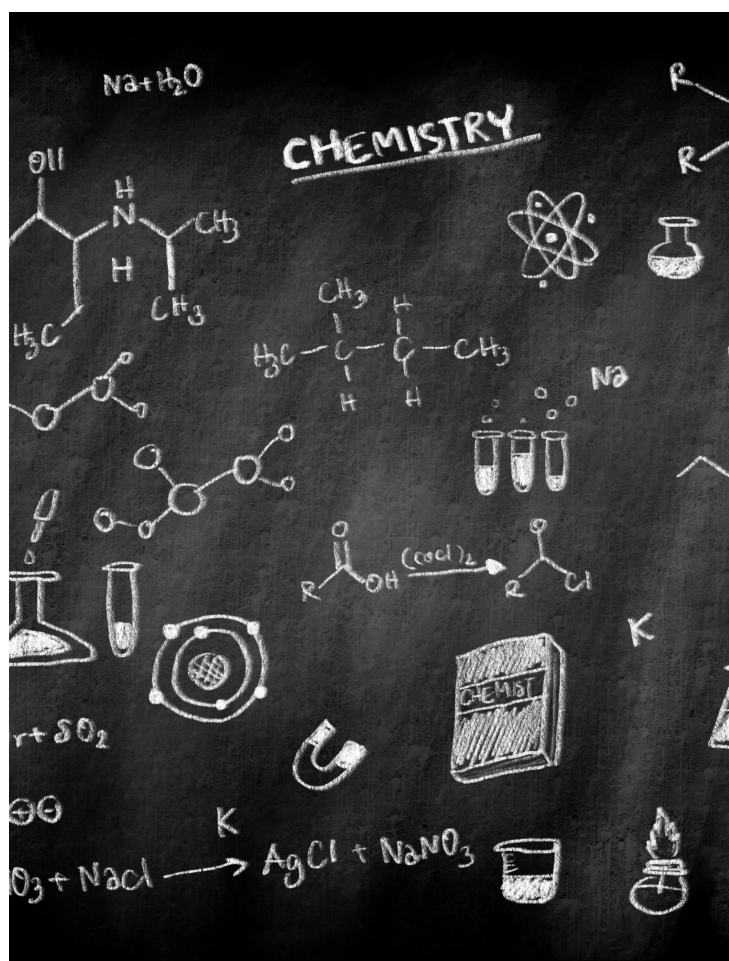
A abordagem do professor pode estar em qualquer parte do triângulo. O autor discute simultaneamente os três aspectos do conhecimento químico. Johnstone (2009) ressalta que é muito fácil, ou deveria ser, para o professor percorrer o triângulo, mas como seria então para o aluno? Se pensarmos nas problemáticas do ensino de Química de maneira analítica, a fonte das dificuldades se tornará evidente, aborda o autor. Esse triângulo é uma ferramenta útil para estimar a carga que está sendo colocada na memória de trabalho do estudante, no entanto, o autor destaca que essa sobrecarga dificulta a compreensão dos conhecimentos químicos por parte deles.

Para Johnstone (2009), o modelo sugere que devemos começar onde os alunos estão, com seus interesses e experiência e levá-los a descobrir novas ideias a partir daquelas. A memória de trabalho não corre risco de sobrecarga, destaca o autor. Porém, observando o exposto por Johnstone (2006, 2009) para uma melhor compreensão da Química, é importante que os alunos transitem pelos três vértices do triângulo, que por sua vez perpassa pelos três componentes da Química. No entanto, é importante que o professor trabalhe um vértice de cada vez, passando pelos outros vértices até levar o aluno para o centro do triângulo. O autor ressalta ainda a importância de se repensar sobre o que vem sendo ensinado, no entanto, não significa que se tem ensinado uma Química que não contribui para aprendizagem, mas que se tem ensinado uma Química inadequada na hora e através do caminho errado.

Nesse sentido, mesmo que o aluno não detenha o conhecimento científico para fazer determinada interpretação, ele o fará de maneira implícita, com suas ideias de senso comum.

PROPOSTA DE ENSINO: OS MODELOS ATÔMICOS DE DALTON E THOMSON

As atividades experimentais apresentadas aqui devem ser realizadas conforme proposta abordada por Silva, Machado e Tunes (2019) para a realização de Experimentos demonstrativos-investigativos (Quadro 1). No decorrer da atividade são trabalhados os três níveis no conhecimento químico (macroscópico, representacional e submicroscópico) proposto por Johnstone (2009) (Figura 1) e a história da Ciência com foco nas Teorias Atômicas de Dalton e Thomson. Ressaltamos que os experimentos foram selecionados com apoio dos conteúdos propostos na Base Nacional Comum Curricular e no Currículo em Movimento do Distrito Federal com base em conteúdos estudados nas séries finais do Ensino Fundamental já visto pelos estudantes. Devido ao momento crítico vivenciado nos anos de 2020 e 2021, o professor pode realizar as atividades de maneira remota, os vídeos utilizados para a realização desta proposição são apresentados no Quadro 2.



Quadro 2: Links dos vídeos apresentados nas aulas

AULA	DESCRIÇÃO	LINK
AULA 01	EXPERIMENTO DE MISCIBILIDADE	HTTPS://YOUTU.BE/3S_GSQDAZSC
AULA 02	EXPERIMENTO DE DILATAÇÃO	HTTPS://YOUTU.BE/BKA7DVXLLew
AULA 02	FALHAS NAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DA PONTE JK NO DF.	HTTPS://GLOBOPLAY.GLOBO.COM/V/8302113/
AULA 03	TUBO DE RAIOS CATÓDICOS	HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=JcXBMk4XMBM
AULA 03	ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - PARTE I	HTTPS://YOUTU.BE/BAJINGYMDFW
AULA 03	ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - PARTE II	HTTPS://YOUTU.BE/FVOOGDKCIWM
AULA 03	ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - PARTE III	HTTPS://YOUTU.BE/7900_IreTRG
AULA 03	ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - PARTE IV	HTTPS://YOUTU.BE/4IKOQDO05WI
AULA 03	ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - PARTE V	HTTPS://YOUTU.BE/98H4RQ4Y0AS
AULA 03	ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - PARTE VI	HTTPS://YOUTU.BE/PJZT5TRVUQ
AULA 03	ESTÁTICA - TECIDOS	HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=GJIU4VVUSPO
AULA 03	ESTÁTICA - ABASTECIMENTO	HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=JM0VCDFFYSK

Fonte: a autora

TEMA: O MODELO ATÔMICO DE DALTON NA COMPREENSÃO DA MISCIBILIDADE DE DIFERENTES MATERIAIS

Objetivo: Discutir porque alguns materiais são miscíveis e outros imiscíveis em água com base na teoria atômica de Dalton.

Equipamentos/Reagentes

- 6 béqueres ou copos plásticos;
 - Água;
 - Óleo de soja;
 - Vinagre;
 - Álcool;
- Água oxigenada. Professor, você poderá fazer uso de outros materiais

As discussões são importantes para perceber o que os estudantes já sabem sobre a abordagem, reconhecer seu conhecimento cotidiano diante da temática. No entanto poderão aparecer também conceitos científicos que não podem ser desconsiderados.

MOMENTO ZERO - PERGUNTAS E QUESTIONAMENTOS

É importante que durante a realização dos experimentos o professor dialogue sempre com os estudantes e que esses dialoguem entre si. Antes de iniciar o experimento, o docente deve questionar os discentes sobre o que eles acham que vai acontecer em cada caso. Na atividade proposta, os alunos devem ser interrogados sobre o que acham que acontece se for adicionada a água em cada um dos béqueres contendo os materiais indicados.

1º MOMENTO – O EXPERIMENTO

Este experimento consiste na adição de água em 5 (cinco) béqueres contendo: água oxigenada; vinagre; areia; óleo de soja e álcool 70° INPM, (Figura 2) para explicar a teoria atômica de Dalton. De acordo com a BNCC e o Currículo em Movimento do Distrito Federal os conteúdos sobre matéria, materiais, substâncias e misturas e separação de misturas são conteúdos abordados no 6º ano do Ensino Fundamental.

Figura 2: Béqueres contendo os materiais utilizados no experimento



Fonte: a autora

2º MOMENTO - OBSERVAÇÃO

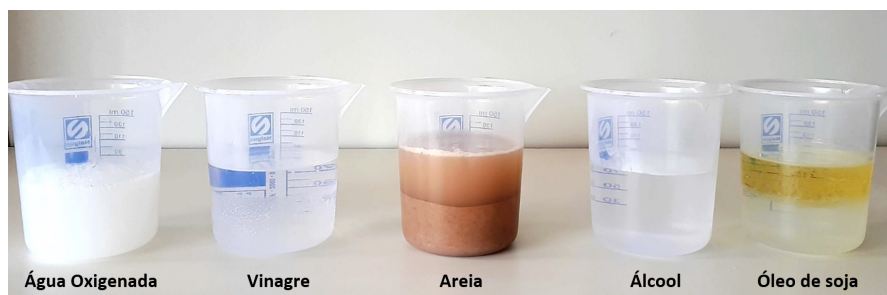
Como abordado por Johnstone (1994) é importante trabalhar um nível por vez. Esse segundo momento, portanto, terá foco na observação macroscópica.

Este momento consiste na observação dos estudantes e discussões sobre os fenômenos observados. A água quando colocada em um mesmo recipiente contendo outros materiais podem resultar em diferentes fenômenos. Os materiais podem ser miscíveis ou imiscíveis em água. É possível observar que os materiais imiscíveis podem ficar na parte superior ou na parte inferior do recipiente (Figura 3).

Professor, você pode solicitar que os estudantes escrevam o que observaram em cada caso ou realizar uma discussão coletiva. Ressaltamos a importância do diálogo entre o professor e estudantes e dos estudantes entre si.

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

Figura 3: Béqueres contendo as misturas



Fonte: a autora

3º MOMENTO – HIPÓTESES

Os estudantes irão responder o que observaram em cada caso. É importante que os estudantes tracem uma Observação Macroscópica sobre os fenômenos observados e levantem hipóteses sobre cada um deles. Ou seja, porque alguns materiais são miscíveis em água e outros não, porque os imiscíveis podem ficar na parte superior ou na parte inferior. Nas repostas dos estudantes poderão aparecer conceitos utilizando uma interpretação submicroscópica. É importante que cada nível seja trabalhado em um momento, no entanto, todas respostas dos estudantes devem ser consideradas.

Questões propostas:

- 1 – Por que o álcool, a água oxigenada e o vinagre são miscíveis (se misturam) em água?
- 2 – Por que o óleo de soja e a areia são imiscíveis (não se misturam) em água?
- 3 – Por que quando adicionada água no béquer com areia, a água fica em cima e a areia embaixo? Por que quando adicionada água no béquer com óleo, o óleo fica em cima e a água em baixo?

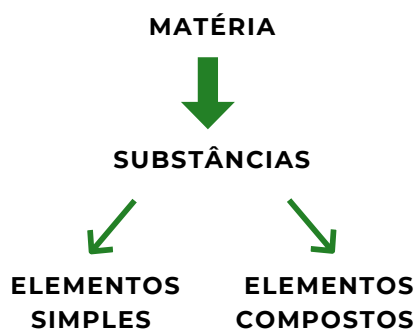
Neste momento também poderão aparecer conceitos científicos atrelados a conceitos cotidianos.

Professor, é importante revisar os termos científicos presentes nas respostas dos estudantes e termos que não forem de conhecimento dos estudantes como “miscibilidade”, “densidade” e “solubilidade” devem ser discutidos.

4º MOMENTO - INTERPRETAÇÃO SUBMICROSCÓPICA

Neste momento se dá início à abordagem submicroscópica. Antes das discussões pertinentes, é importante lembrar sobre o que é Matéria e de que ela é constituída (Figura 4).

Figura 4: A Matéria segundo a Teoria Atômica de Dalton



Fonte: a autora

Partindo-se do pressuposto de que tudo é formado por átomos, pode-se solicitar que os estudantes façam desenhos de como imaginam que os átomos se comportam diante dos fenômenos observados no experimento.

Os desenhos são importantes para se introduzir a interpretação submicroscópica aos estudantes, bem como apresentar a Teoria Atômica de Dalton.

John Dalton (1766-1844)

Dalton (Figura 5) Nasceu num vilarejo em Eaglesfield (Inglaterra). O seu feito mais famoso foi conceber a primeira teoria atômica com base experimental. Ele começou a estudar o ar e a água, e foi por meio da continuação desses estudos que chegou à sua teoria atômica.



Figura 5: Ilustração de Dalton
Fonte: créditos Flávio

O cientista usava materiais baratos e aparelhos simples. Estudou também a Teoria de Gases Mistos, o que equivale ao que chamamos hoje de Lei das Pressões Parciais. Dalton construiu uma das primeiras tabelas de pesos atômicos, repleta, porém de imprecisões. Apesar disso, sua teoria pôde ser testada e se mostrou sustentável em suas asserções gerais. Como partira de um conceito até então discutido (desde os gregos antigos) de modo impreciso e rejeitado durante 2 mil anos, conseguiu moldá-lo como um paradigma que revolucionou toda a Ciência.

As declarações que contêm toda a teoria química atômica de Dalton foram feitas entre setembro e outubro de 1803 e permaneceram inalteradas em todas as suas publicações posteriores. A representação simbólica (apresentada a seguir) das composições de compostos usadas por Dalton (sua 'lei do símbolo') continha implicitamente as leis das proporções definidas, múltiplas e recíprocas, mas o cientista não deu declarações verbais dessas leis. (RODGERS, 1998, p. 30-31; PARTINGTON, 1962).

Representação de Dalton para os Elementos Simples e Compostos

Dalton passou a representar os átomos dos elementos que eram conhecidos por símbolos esféricos para os átomos simples (Quadro 3) e átomos compostos (Quadro 4).



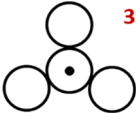
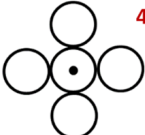




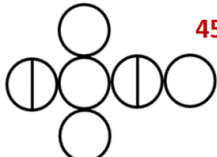




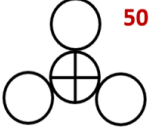



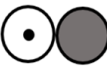






Quadro 3: Representação de Dalton para os elementos simples

1 Oxigênio	2 Hidrogênio	3 Nitrogênio	4 Carbono	5 Enxofre	6 Fósforo	7 Ouro	8 Platina	9 Prata
10 Mercúrio	11 Cobre	12 Ferro	13 Níquel	14 Estanho	15 Chumbo	16 Zinco	17 Bismuto	18 Antimônio
19 Arsênio	20 Cálcio (Cal)	21 Manganês	22 Urânio	23 Tungstênio	24 Titânio	25 Cério	26 Potássio	27 Sódio
28 Cálcio	29 Magnésio	30 Bário	31 Estrôncio	32 Alumínio	33 Silício	34 Ítrio	35 Berílio	36 Zircônio

Fonte: Adaptado de Dalton (1908) p. 361

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

Quadro 4: Representação de Dalton para os elementos compostos

Oxigênio com Hidrogênio				
<p>37</p>  <p>Água</p>	<p>38</p>  <p>Ácido fluorídrico</p>	<p>39</p>  <p>Ácido muriático</p>	<p>40</p>  <p>Ácido oximuriático</p>	
Oxigênio com Nitrogênio				
<p>41</p>  <p>Gás nitrogênio</p>	<p>42</p>  <p>Óxido nitrogênio</p>	<p>43</p>  <p>Ácido nítrico</p>	<p>44</p>  <p>Ácido oxinítrico</p>	<p>45</p>  <p>Ácido nitroso</p>
Oxigênio com Carbono e Enxofre				
<p>46</p>  <p>Óxido Carbônico</p>	<p>47</p>  <p>Ácido carbônico</p>	<p>48</p>  <p>Óxido sulfuroso</p>	<p>49</p>  <p>Ácido sulfuroso</p>	<p>50</p>  <p>Ácido sulfúrico</p>
Oxigênio com Fósforo	Hidrogênio com Oxigênio e Carbono			
<p>51</p>  <p>Ácido fosforoso</p>	<p>52</p>  <p>Ácido fosfórico</p>	<p>53</p>  <p>Amônia</p>	<p>54</p>  <p>Gás olefiante</p>	<p>55</p>  <p>Hidróxido carburado</p>
Hidrogênio com Enxofre e Fósforo		Enxofre com Fósforo		
<p>56</p>  <p>Hidróxido Sulfureto</p>	<p>57</p>  <p>Hidróxido sulfúrico</p>	<p>58</p>  <p>Hidróxido de Fósforo</p>	<p>59</p>  <p>Enxofre de Fósforo</p>	<p>60</p>  <p>Superfosfato de Enxofre</p>

Fonte: Adaptado de Dalton (1908) p. 361

Para Dalton, átomos de diferentes elementos diferenciavam entre si em tamanho e peso. E átomos de mesmo elemento são sempre idênticos (em tamanho e massa). Na Figura 6 temos uma representação para os átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio, conforme o modelo de Dalton.

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

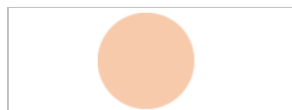
Figura 6: Representação do modelo atômico de Dalton para os átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio respectivamente



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: da autora

Nesse sentido, utilizando o modelo atômico de Dalton, é possível compreender que uma substância simples possui átomos de uma mesma característica formando seus constituintes. Representação do Modelo atômico de Dalton para o constituinte do gás oxigênio (Figura 7) formando uma substância simples.

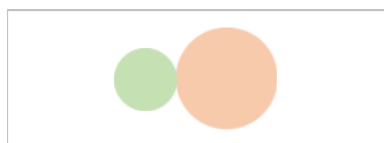
Figura 7: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma substância simples (Gás oxigênio - Um átomo de oxigênio)



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: da autora

Já no que se referem às substâncias compostas, os constituintes são formados por dois ou mais átomos diferentes. Representação do Modelo atômico de Dalton para o constituinte da água formando um átomo composto (Figura 8).

Figura 8: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma substância composta (Água - um átomo de Oxigênio e um átomo de Hidrogênio)



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: da autora

Ressaltamos que para Dalton a molécula da água era constituída por um átomo de Oxigênio e um átomo de Hidrogênio Figura 9. Na Figura 8, apresentamos uma adaptação da representação de Dalton para a molécula de água.

Figura 9: Adaptação da representação do modelo de Dalton para a Água - um átomo de Oxigênio e dois átomos de Hidrogênio



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: da autora

Já as misturas são formadas pela união de dois ou mais constituintes. Na Figura 10 temos a representação de uma mistura formadas pelos constituintes água e amônia conforme apresentado por Dalton. Na Figura 11 apresentamos uma adaptação da representação de Dalton para os mesmos constituintes, mas considerando as fórmulas químicas aceitas atualmente. Ressaltamos que Dalton representava a água apenas como HO (Número 37, Quadro 4) e a amônia como HN (Número 53, Quadro 4).

Figura 10: Representação do modelo de atômico de Dalton para uma mistura



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: da autora

Figura 11: Adaptação do modelo atômico de Dalton para os constituintes da amônia (NH₃) e da água (H₂O)



(Imagem meramente ilustrativa, cor fantasia)
Fonte: da autora

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

Misturas de gases e Estados físicos da matéria

Cada material apresenta propriedades distintas que o difere dos outros. Quando um material é formado apenas por uma espécie de matéria é chamado de substância. Entretanto, na natureza, raramente as substâncias são encontradas isoladas. Geralmente são encontrados misturadas umas as outras. Um exemplo é o ar, que é formado por uma mistura de diversos gases(Quadro 5), vapor de água e diversas partículas sólidas.

Quadro 5: Gases mais abundantes no ar atmosférico

Gás Nitrogênio	Hélio
Gás Oxigênio	Metano
Argônio	Criptônio
Gás Carbônico	Gás Hidrogênio
Neônio	Xenônio

Fonte: Silva, Baptista e Ferreira (2005)

“Quando dois ou mais fluidos elásticos, cujas partículas não se unem quimicamente após a mistura, são reunidos, uma medida de cada, eles ocupam o espaço de duas medidas, mas tornam-se uniformemente difundidos entre si, e permanecem assim, sejam quais forem as suas gravidades” (DALTON, 1908, p. 150, Tradução nossa).

Dalton estudou a Teoria de Gases Mistos, o que equivale ao que chamamos hoje de Lei das Pressões Parciais (Figura 12).

Figura 12: Mistura de Gases, com base na teoria de Dalton



Fonte: Atkins, 2008

O ar é classificado como mistura homogênea. Não vemos o ar, mas sabemos que ele é formado por diversas substâncias,

Cada substância tem propriedades específicas diferentes que permitem sua caracterização e diferenciação das outras substâncias. As substâncias são formadas por um número muito grande de partículas, os constituintes. Os constituintes de uma substância são formados por átomos. Quando uma substância é formada por constituintes com apenas um tipo de átomo, dizemos que essa substância é simples, mas se ela é formada por constituintes com dois ou mais tipos de átomos temos uma substância composta.

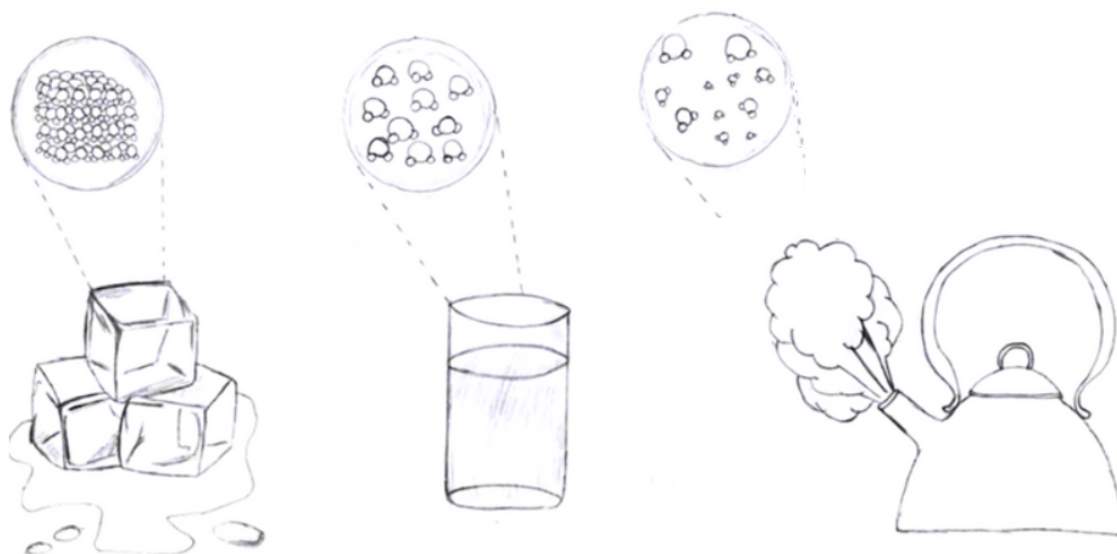
Outro exemplo de mistura é a água potável, ela é um material que apresenta várias substâncias, desse modo, a água pura é classificada como uma substância, mas a água própria para consumo humano é uma mistura de água e algumas substâncias como o cloro e o flúor.

É importante ressaltar que em alguns casos podemos observar a existência de duas ou mais fases em uma mistura, dizemos que está é uma mistura heterogênea.

Dentre os diversos trabalhos de Dalton, temos seus estudos sobre os estados físicos da Matéria (Figura 13).

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

Figura 13: Representação do Modelo de Dalton para os estados físicos da Matéria



Fonte: créditos Flávio Soares

Os corpos são constituídos de partículas muito pequenas:

“Aqui estão três distinções nos tipos de corpos, ou três estados, que mais especialmente chamaram a atenção de químicos filósofos; ou seja, aqueles que são marcados pelos termos fluidos elásticos, líquidos e sólidos. Um exemplo muito familiar nos é apresentado pela água, um corpo, que, em certas circunstâncias, é capaz de assumir todos os três estados. No vapor reconhecemos um fluido perfeitamente elástico, na água um líquido perfeito e no gelo um sólido completo. Essas observações levaram tacitamente à conclusão que parece universalmente adotado, que todos os corpos de magnitude sensível, sejam fluidos elásticos, líquidos ou sólidos, **são constituídos por um vasto número de partículas extremamente pequenas, ou átomos de matéria unidos por uma força de atração, que é mais ou menos poderosa de acordo com as circunstâncias, e que se esforça para evitar a sua separação** (DALTON, 1908, p.141, Grifos e Traduções nossas)

Dalton relata que os materiais se expandem mais às temperaturas mais altas:

(...) **todos eles se expandindo mais nas temperaturas mais altas do que na inferior, mas não há dois exatamente iguais** (DALTON (1908, p.9).

“deve parecer que o aumento e a **diminuição do volume dependem talvez mais do arranjo, do que no tamanho das partículas finais**” (DALTON, 1908, p. 144 Grifos e Traduções nossas).

As principais ideias apresentadas na teoria de Dalton

- I - A matéria consiste em pequenas partículas ou átomos finais;
- II - Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados ou destruídos;
- III - Todos os átomos de um dado elemento são idênticos e têm o mesmo peso;
- IV - Os átomos de elementos diferentes têm pesos diferentes;
- V - Um composto utiliza uma combinação de átomos de mais de um elemento;
- VI - A partícula de um composto é formada por um número fixo de átomos de seus elementos componentes;
- VII - Em uma reação química, os átomos não são criados nem destruídos, porém trocam de “parceiros” para produzir novas substâncias.

5º MOMENTO - DISCUSSÕES

Esse momento é pautado na realização de discussões, com esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam.

6º MOMENTO - EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL

É importante que o professor relate que mesmo sendo muito utilizado e de grande importância do estudo do Modelo Atômico de Dalton, algumas ideias apresentadas por Dalton não são adequadas. O estudante deve compreender que algum tempo se passou desde as primeiras representações para o átomo.

Silva, Baptista e Ferreira (2005) trazem a definição de Química como a Ciência que estuda as substâncias. Diferente daquela apresentada por Dalton. Nesse sentido, para a realização de experimentações com base no triângulo de representação proposto por Johnstone (2009), é importante ter os conceitos de matéria, material, substância, constituintes e átomos bem definidos para compreensão do mundo macroscópico e submicroscópico. As relações entre esses conceitos são hierarquizadas (Figura 14).

Figura 14: Como a Ciência estuda as substâncias



Fonte: adaptado de Silva, Rocha-Filho, Tunes e Tolentino (1986); e Silva, Baptista e Ferreira (2005).

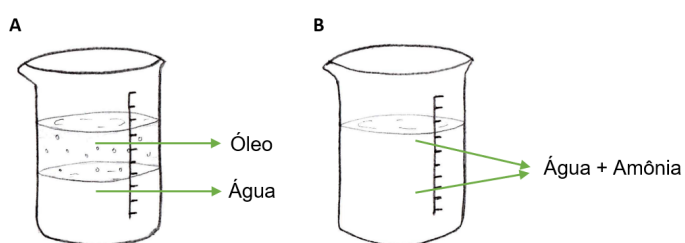
O mundo macroscópico refere aos fenômenos de interesse da Química de maneira concreta e/ou visível, aqueles que temos acesso indiretamente ou até mesmo que estejam materializados na atividade social, aquilo que pode ser mensurado.

O mundo submicroscópico refere-se às informações de natureza atômica-molecular, são explicações baseadas em modelos abstratos e que englobam entidades não diretamente perceptíveis.

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

Quando há maior interação entre os constituintes, temos uma mistura homogênea, quando há menor interação entre os constituintes, temos uma mistura heterogênea (Figura 15). Ou seja, sempre há interação entre os constituintes de uma ou mais substâncias, então o que define se uma mistura vai ser homogênea ou heterogênea a natureza dela (é forte? é fraca? aumenta os graus de liberdade do sistema? diminui os graus de liberdade do sistema?)

Figura 15: Representação de misturas homogênea (A) e heterogênea (B)



Fonte: créditos Flávio Soares

Podemos então discutir se os fenômenos observados no experimento resultam em qual tipo de mistura. Água + água oxigenada; água + vinagre e água + álcool (mistura homogênea), há interação entre os constituintes dos materiais. Água + areia e água + óleo; temos (mistura heterogênea), não há interação entre os materiais.

7º MOMENTO – SÍNTESE

Nesse momento, retomamos ao Momento 3. Diante do que foi apresentado, pede-se que os estudantes respondam às perguntas realizadas anteriormente, levando em consideração toda a abordagem, solicita-se que os estudantes expliquem o que acontece em cada um dos experimentos, submicroscopicamente, de acordo com a Teoria Atômica de Dalton, respondendo as seguintes questões:

Questão 1 - Por que a água oxigenada, o álcool e o vinagre são miscíveis em água?

Questão 2 - Por que a areia e o óleo são imiscíveis em água? Por que o óleo fica na parte superior ao ser colocado no mesmo recipiente com água? Por que a areia fica na parte inferior quando colocada num mesmo recipiente com água?

Resposta às perguntas iniciais

É importante perceber que qualquer substância líquida ou sólida é formada por partículas bem pequenas chamadas constituintes. Em uma solução há inúmeras moléculas de determinados constituintes. As moléculas interagem entre si, no entanto, quando entram em contato com outra substância, essas moléculas podem permanecer ligadas ou podem romper essas ligações e formar novas ligações.

Quando adicionamos em um recipiente: Água oxigenada e água; Vinagre e água ou Álcool e Água, obtemos uma mistura homogênea, assim, as moléculas de água deixam de se ligar uma com as outras e fazem ligações também com as moléculas de Água oxigenada, Vinagre e Álcool.

O mesmo não acontece quando misturamos água e óleo ou água e areia, as moléculas de água, do óleo e da areia permanecem ligadas entre si. Quanto menos interação entre as moléculas, mais simples é o processo de separação de misturas. Como a interação entre os constituintes não é suficiente para que suas ligações sejam desfeitas, eles não se misturam.

E, quanto menos espaços entre os átomos de determinado material, mais denso ele é, este é o caso da água, quando no mesmo recipiente do óleo. Assim, a água fica na parte inferior e o óleo na parte superior.

8º MOMENTO – IMPLICAÇÕES

Importância para a sociedade

Em praticamente tudo que está ao nosso redor é possível observar os processos de materiais, misturas e separação de misturas, sejam elas homogêneas ou heterogêneas. As misturas retêm as propriedades de seus constituintes, diferentemente dos compostos, por isso os materiais podem ser separados por meio de técnicas físicas. No nosso cotidiano, diversos fenômenos podem ser observados ao fazer um café, na filtragem de água, nas redes de tratamento de água e esgoto, na obtenção de sal de cozinha, na separação de gases entre outros. A seguir abordaremos alguns desses.

PRIMEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO I

Os gases presentes no ar atmosférico podem ser separados. O processo de separação dos gases é conhecido como liquefação fracionada. As moléculas de um gás movimentam-se lentamente em temperaturas baixas, quando a temperatura cai abaixo do ponto de ebulição, o gás se condensa em um líquido. Depois que todos os componentes do ar estão no estado líquido, a mistura (agora homogênea e líquida) deve ser submetida ao processo de destilação fracionada. Cada gás presente na mistura apresenta ponto de ebulição distinto. Assim, a mistura é colocada em uma torre de destilação, onde é submetida a regiões (1, 2, 3 e 4) com diferentes temperaturas, nas quais ocorrem aquecimento e resfriamento, fazendo com que os componentes passem para o estado gasoso. No ar atmosférico, temos a presença de diversos gases, mas durante a realização do método, apenas oxigênio (Figura 16), nitrogênio e argônio são obtidos.

Já o gás hélio, (Figura 17) é obtido de poços de petróleo, através da destilação deste gás no estado líquido em baixa temperatura. A maioria do gás hélio existente na terra resulta do decaimento radioativo do urânio e outros metais radioativos.

Uma curiosidade interessante acontece quando comparamos dois balões cheios de gás: um com gás Hélio e outro com Gás Nitrogênio. É possível perceber que o balão com gás Hélio esvazia mais rápido. Isso acontece porque os átomos ou moléculas mais leves escapam por poros de um balão com maior rapidez que outro gás.

Figura 16: Cilindros de oxigênio



Fonte: cilindroparaoxigenio.com.br

Figura 17: Balões de gás hélio



Fonte: brasilescola.com.br

Outros fenômenos cotidianos que percebemos os processos de separação de misturas e miscibilidade de materiais em água são nas estações de tratamento de água e esgoto.

Outras questões para discussão

Os alunos podem citar outros eventos do cotidiano em que observam o processo de misturas e separação de misturas que podem ser utilizados para ampliar a discussão sobre o modelo atômico de Dalton.

9º MOMENTO – RESÍDUOS

É imprescindível este momento, pois é fundamental que se discuta o que acontece com os resíduos gerados no experimento. O óleo de cozinha não deve ser jogado em ralos, pias ou no solo. O correto é guardar o óleo usado em garrafas de refrigerante (PET) e fazer o descarte em locais próprios para a coleta.

Os demais materiais podem ser descartados normalmente.



SEGUNDO ENCONTRO - EXPERIMENTO II

TEMA: O MODELO ATÔMICO DE DALTON E O ANEL DE GRAVESANDE

Objetivo: Explicar o modelo atômico de Dalton com a realização de experimento de dilatação térmica.

Equipamento: Anel de Gravesande

MOMENTO ZERO - PERGUNTAS E QUESTIONAMENTOS

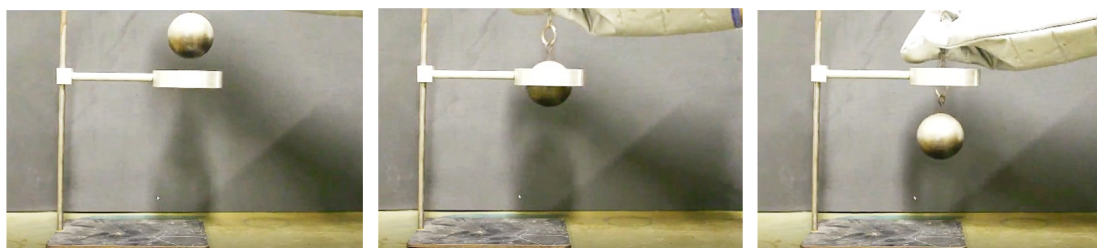
Este experimento consiste na demonstração do funcionamento do Anel de Gravesande. O Anel de Gravesande é um instrumento metálico a partir do qual é possível observar que uma esfera metálica à temperatura ambiente tem a capacidade de atravessar um anel também metálico. Se a esfera for aquecida, ela aumentará o seu volume atingindo dimensões que impossibilitariam a sua passagem pelo anel. O Anel de Gravesande (Figura 18) foi idealizado pelo holandês Willem Jacob's Gravesande (1688-1742).

De acordo com a BNCC e o Currículo em Movimento do Distrito Federal os conteúdos sobre dilatação térmica são conteúdos abordados no 8º ano do Ensino Fundamental. É essencial que durante a realização dos experimentos o professor dialogue sempre com os estudantes e que os estudantes dialoguem entre si. Antes de iniciar o experimento, o professor pode questionar os estudantes sobre o que eles acham que vai acontecer. Na atividade proposta, os estudantes devem ser interrogados sobre o que acham que acontece ao aquecer a esfera de metal.

Essas discussões são importantes para perceber o que os estudantes já sabem sobre a abordagem e reconhecer seu conhecimento cotidiano diante da temática. No entanto, poderão aparecer também conceitos científicos que não podem ser desconsiderados.

1º MOMENTO - EXPERIMENTO - Realização do Experimento

Figura 18: Demonstração do Anel de Gravesande com a esfera passando pelo anel



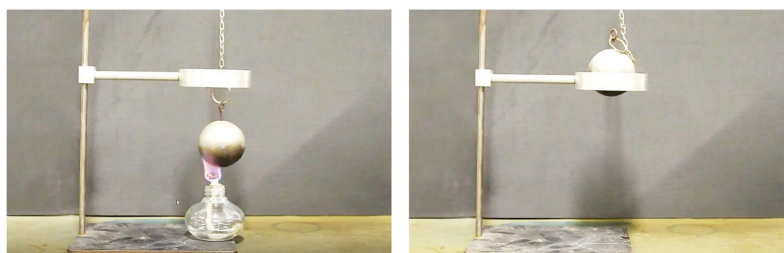
Fonte: Créditos - Projeto: Atividades experimentais no ensino de Modelos Atômicos CEAD/DEG (Programa de Aprendizagem para o terceiro milênio):

2º MOMENTO - OBSERVAÇÃO

Como abordado por Johnstone (1994) é importante trabalhar um nível do conhecimento químico por vez. Neste momento daremos atenção à observação macroscópica. Este momento consiste na observação dos estudantes e discussões sobre os fenômenos observados. A esfera do Anel de Gravesande após aquecida deixa de passar pelo anel (Figura 19).

Professor, você pode solicitar que os estudantes escrevam o que observaram ou realizar uma discussão coletiva com os estudantes. Ressaltamos aqui a importância do diálogo entre o professor e estudantes e entre os estudantes.

Figura 19: Demonstração do Anel de Gravesande durante (A) e após (B) o aquecimento da esfera



Fonte: Créditos - Projeto: Atividades experimentais no ensino de Modelos Atômicos CEAD/DEG (Programa de Aprendizagem para o terceiro milênio).

Quando em temperatura ambiente, a esfera do anel de Gravesande passa normalmente pela fenda da chapa metálica, o mesmo não acontece quando a esfera é aquecida. Quando a esfera esfria ela volta a passar pelo anel.

SEGUNDO ENCONTRO - EXPERIMENTO II

3º MOMENTO – HIPÓTESES

Os estudantes irão responder o que observaram. É importante que os estudantes tracem uma Observação Macroscópica sobre o fenômeno observado e levantem hipóteses sobre ele. Ou seja, porque a esfera que passava normalmente pelo anel após aquecida não passou mais, e passado algum tempo voltou novamente a passar. Nas repostas dos estudantes poderão aparecer conceitos utilizando uma interpretação submicroscópica. É importante que cada nível seja trabalhado em um momento, no entanto, todas respostas dos estudantes devem ser consideradas.

Objetivando trabalhar inicialmente a Observação Macroscópica dos estudantes diante do experimento proposto, após o vídeo, foi pedido que os estudantes respondessem as seguintes questões:

- 1) Por que a esfera depois de aquecida não passa mais pelo anel?
- 2) Por que depois de um tempo a esfera volta a passar pelo anel?

Neste momento também poderão aparecer conceitos científicos atrelados a conceitos cotidianos.

Professor, é importante revisar os termos científicos presentes nas respostas dos estudantes e termos que não forem de conhecimento dos estudantes devem ser discutidos, como “dilatação”.

4º MOMENTO - INTERPRETAÇÃO SUBMICROSCÓPICA

Neste momento se dá início à abordagem submicroscópica. Antes das discussões pertinentes, é importante lembrar sobre o que é Matéria e de que ela é constituída.

Professor, se ainda não realizou a abordagem submicroscópica da Matéria com os estudantes, ver Página: 26.

A distância média entre os átomos do material aumenta quando ele é aquecido. O átomo não muda de tamanho, fato explicado por Dalton.

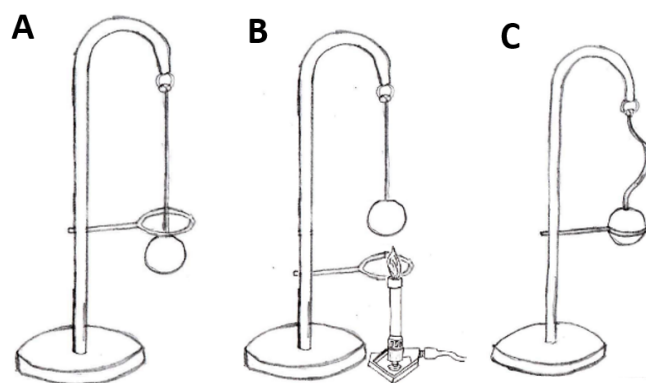
5º MOMENTO - DISCUSSÕES

Esse momento é pautado na realização de discussões, com esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam.

6º MOMENTO - EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL

Um modelo representacional do experimento é apresentado na Figura 20.

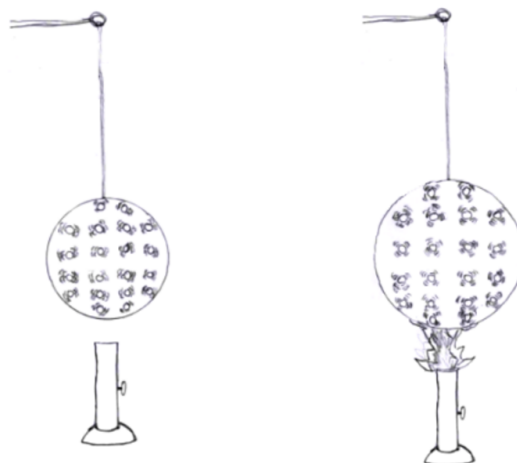
Figura 20 - Representação do anel de Gravesande: Antes de aquecer a esfera (A); durante o aquecimento da esfera (B); e após o aquecimento da esfera (C)



Fonte: créditos Flávio Soares

O esquema apresentado na Figura 21, mostra que com o aquecimento da esfera há uma vibração entre os átomos fazendo eles se afastarem, ao se afastar aumenta-se os espaços entre eles que decorre também no aumento do material.

Figura 21- Representação da dilatação da esfera: Antes do aquecimento da esfera (A) e após o aquecimento da esfera (B)



Fonte: créditos Flávio Soares

SEGUNDO ENCONTRO - EXPERIMENTO II

7º MOMENTO – SÍNTESE

Nesse momento, de acordo com o que foi apresentado, pede-se que os estudantes expliquem o que acontece durante o experimento, submicroscopicamente, de acordo com a Teoria Atômica de Dalton, as seguintes questões:

- 1) Por que a esfera depois de aquecida não passa mais pelo anel?
- 2) Por que depois de um tempo a esfera volta a passar pelo anel?

Professor, neste momento é fundamental que os estudantes respondam às perguntas com uma linguagem científica.

Professor, caso algum estudante traga uma conceituação inadequada, é importante lembrar com os estudantes as principais ideias da Teoria Atômica de Dalton.

Resposta à pergunta inicial

Quando aumentamos a temperatura de um material, aumentamos a agitação das partículas que o formam. Há então um aumento da amplitude da vibração dos átomos e um aumento da distância média entre eles, esse fenômeno resulta então no aumento das dimensões do corpo, chamamos esse fenômeno de dilatação térmica, pois, o material dilata-se por causa do aquecimento. O tamanho do átomo tem a ver com o tipo de átomo.

Os átomos são indivisíveis e não podem ser criados ou destruídos (lei da indestrutibilidade da matéria ou da conservação da massa).

8º MOMENTO – IMPLICAÇÕES

Professor, para introduzir essas discussões, sugere-se a apresentação de vídeos como a reforma da ponte JK de Brasília (Figura 22) e imagens de ferrovias tortas. Questionando os estudantes sobre a importância das Juntas de Dilatação.

Figura 22 - Juntas de Dilatação Ponte JK Brasília-DF



Fonte: g1.globo.com

Em diversas construções como edifícios, pontes e estradas de ferro são deixadas algumas “folgas” entre um material e outro, essa folga é chamada de junta de dilatação. Em uma construção, as juntas previnem trincas e rupturas causadas pela dilatação térmica dos materiais de construção.

Os trilhos de uma ferrovia são metálicos, quando os trilhos são aquecidos pela radiação solar e pelo atrito com as rodas do trem ocorre uma dilatação do metal, que, graças aos intervalos deixados entre um pedaço e outro, o trilho não entorta nem sofre deformação. Em muitas estradas de ferro é possível escutar um ruído característico quando as rodas do trem passam pelos espaços deixados entre os trilhos, que são as juntas de dilatação.

9º MOMENTO – CUIDADOS COM OS RESÍDUOS

Este experimento não gera qualquer tipo de resíduo.

TEMA: O MODELO ATÔMICO DE THOMSON NA COMPREENSÃO E CONCEITUAÇÃO DA ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Objetivo: Discutir a constituição de cargas elétricas nos corpos por meio de experimentos de atrito de objetos.

Equipamentos/Reagentes

- Régua de plástico;
- Caneta esferográfica;
- Tesoura;
- Papel picado; *Professor, você poderá fazer uso de outros materiais*
- Papel toalha;
- Tecido de lã;
- 2 Canudos de plástico;
- Linha de costura ou barbante fino;
- Balão de borracha;
- Bastão de vidro;
- Suporte universal com garras (pode adaptar outro material).

Professor, você poderá utilizar outros materiais, para te auxiliar nessa escolha, ao lado apresentamos uma série triboelétrica (Figura 23), apresentando materiais que têm maior chance de perder ou de receber elétrons de outro material.

Figura 23 - Série Triboelétrica

	Materiais
1	Pele humana seca
2	Couro
3	Pele de coelho
4	Vidro
5	Cabelo humano
6	Náilon
7	Chumbo
8	Pele de gato
9	Seda
10	Papel
11	Madeira
12	Latão
13	Poliéster
14	Isopor
15	Filme de PVC
16	Poliuretano
17	Polietileno
18	Teflon

<http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>

MOMENTO ZERO - PERGUNTAS E QUESTIONAMENTOS

Este experimento consiste na utilização de diferentes materiais na demonstração de eletrização por atrito para explicar a teoria atômica de Thomson. De acordo com a BNCC e o Currículo em Movimento do Distrito Federal os conteúdos sobre matéria, materiais, substâncias e misturas e separação de misturas são conteúdos abordados no 6º ano do Ensino Fundamental.

É importante que durante a realização dos experimentos o professor dialogue sempre com os estudantes e que os estudantes dialoguem entre si. Antes de iniciar o experimento, o professor pode questionar os estudantes sobre o que eles acham que vai acontecer em cada caso:

“O acham que acontece ao aproximar uma caneta da parede? E se friccionar a caneta na parede?”

“O que acham que acontece ao aproximar uma régua ou caneta dos pedaços de papel picado? E se friccionar a régua ou a caneta com papel toalha e aproximar dos papéis picados?”

“O que acham que acontece ao aproximar um balão dos pedaços de papel picado? E se friccionar o balão com papel toalha ou um tecido de lã e aproximar dos papéis picados?”

“O que acham que acontece ao aproximar um bastão de vidro de um canudo de plástico? E se friccionar um lado do bastão com papel toalha e aproximar dos papéis picados? E se friccionar também um lado do canudo?”

“O que acham que acontece ao aproximar dois canudos de plástico? E se friccionar os dois canudos com papel toalha e aproximar dos papéis picados?”

“O que acham que acontece ao aproximar o bastão de vidro dos pedaços de papel picado? E se friccionar esse bastão com papel toalha e aproximar dos papéis picados?”

Os estudantes também podem ser questionados sobre: “Como grudar uma caneta na parede sem utilizar cola ou fita adesiva”, “como pegar pedaços de papel utilizando uma caneta”.

Essas discussões são importantes para perceber o que os estudantes já sabem sobre a abordagem, reconhecer seu conhecimento cotidiano diante da temática. No entanto poderão aparecer também conceitos científicos que não podem ser desconsiderados.

1º MOMENTO – EXPERIMENTO - Realização do Experimento

2º MOMENTO - OBSERVAÇÃO

Como abordado por Johnstone (1994) é importante trabalhar um nível por vez. Iniciamos com a observação macroscópica.

Este momento consiste na observação dos estudantes e discussões sobre os fenômenos observados. O que acontece em cada um dos casos propostos após a fricção dos materiais (Figuras 24, 25, 26, 27, 28 e 29)

Professor, você pode solicitar que os estudantes escrevam o que observaram em cada caso ou realizar uma discussão coletiva com os estudantes. Ressaltamos aqui a importância do diálogo entre o professor e estudantes e entre os estudantes.

Figura 24: Caneta grudada na parede



Fonte: a autora

Figura 25: Caneta atraindo pedaços de papel



Fonte: a autora

Figura 26: Balão atraindo pedaços de papel



Fonte: a autora

Figura 27: Bastão de vidro atraindo o canudo de plástico



Fonte: a autora

Figura 28: Canudo de plástico repelindo outro canudo



Fonte: a autora

Figura 29: Nenhum fenômeno observado entre o bastão de vidro e os pedaços de papel



Fonte: a autora

3º MOMENTO – HIPÓTESES

Os estudantes irão responder o que observaram em cada caso, é importante que os estudantes tracem uma Observação Macroscópica sobre os fenômenos observados e levantem hipóteses sobre cada um deles. Ou seja, porque alguns materiais são atraídos, alguns repelidos e outros não acontece fenômeno algum após friccionado. Nas repostas dos estudantes poderão aparecer conceitos utilizando uma interpretação submicroscópica, é importante que cada nível seja trabalhado em um momento, no entanto, todas as respostas dos estudantes devem ser consideradas.

Questões propostas:

- 1 - O que aconteceu com a caneta e a parede? Por que a caneta grudou na parede?
- 2 - O que aconteceu entre a caneta e os pedaços de papel? Por que os papéis grudaram na caneta?
- 3 - O que aconteceu entre o balão e os pedaços de papéis? Por que os papéis grudaram no balão?
- 4 - O que aconteceu entre o bastão de vidro e o canudo de plástico? Por que o canudo de plástico é atraído pelo bastão de vidro?
- 5 - O que aconteceu entre os dois canudos de plástico? Por que eles se repeliram?
- 6 - O que aconteceu entre o bastão de vidro e os pedaços de papel? Por que nada aconteceu?
- 7 - O que aconteceu com os materiais ao serem friccionados?

Neste momento também poderão aparecer conceitos científicos atrelados a conceitos cotidianos.

Professor, é importante revisar os termos científicos presentes nas respostas dos estudantes e termos que não forem de conhecimento dos estudantes como “atração”, “repulsão”, “estática” entre outros devem ser discutidos.

4º MOMENTO - DISCUSSÃO SUBMICROSCÓPICA

Neste momento se dá início à abordagem submicroscópica. Inicialmente os estudantes podem ser questionados: “O que tem no átomo que gera essa atração ou repulsão entre os materiais? Será que aquele modelo atômico de proposto por Dalton explica o porquê desses fenômenos?”

Com base nas respostas dos estudantes foram realizadas algumas discussões:

- Um pouco da história de Thomson;
- Estudo dos gases e o tubo de raios catódicos;
- Os elétrons;
- Ganho e perda de elétrons;
- Discussão sobre Eletricidade Estática;
- Diferença de cargas;
- Atração e Repulsão;
- Expressão Representacional

O Modelo Atômico de Dalton não consegue explicar alguns fenômenos. Considerando isso e outros estudos posteriores, foi elaborada uma nova teoria atômica, pelo físico J. J. Thomson.

J. J. Thomson (1856-1940)

Nasceu em Cheetham, um subúrbio de Manchester, em 18 de dezembro de 1856. O interesse inicial de Thomson pela estrutura atômica foi refletido em seu Tratado sobre o movimento de anéis de vórtice, que lhe valeu o Prêmio Adams em 1884.

Os gregos antigos sabiam que, ao se esfregar âmbar com lã ou pelo, ele adquiria a capacidade de atrair objetos leves. Esse fenômeno foi estudado por William Gilbert (1540-1609), médico da Rainha Elizabeth I, que criou o adjetivo elétrica para descrever a força de atração sendo a origem do mesmo a palavra grega elektron, que significa âmbar (PAULING, 1966).

O cientista inglês George Johnstone Stoney concluiu, em 1874, que a eletricidade existe em unidades descontínuas, e que essas unidades se encontram associadas aos átomos. Em 1891 ele sugeriu o nome elétron para a unidade descontínua de eletricidade, relata Pauling (1966).

Na década de 1890, J. J. Thomson (Figura 30) conseguiu estimar a razão massa/carga realizando experimentos com partículas carregadas em gases. Em 1897, ele mostrou que os raios catódicos (radiação emitida quando uma tensão é aplicada entre duas placas de metal dentro de um tubo de vidro cheio de gás de baixa pressão) consistem em partículas - elétrons - que conduzem eletricidade. Thomson também concluiu que os elétrons são parte dos átomos (NOBELPRIZE, 1967).

A descoberta de Thomson implicava que o próprio átomo era composto de partículas ainda menores. Para isso ele desenvolveu um novo modelo atômico. Segundo ele, até os átomos mais leves eram compostos por milhares de elétrons mantidos numa esfera de carga positiva (TRO, 2018, p.16).



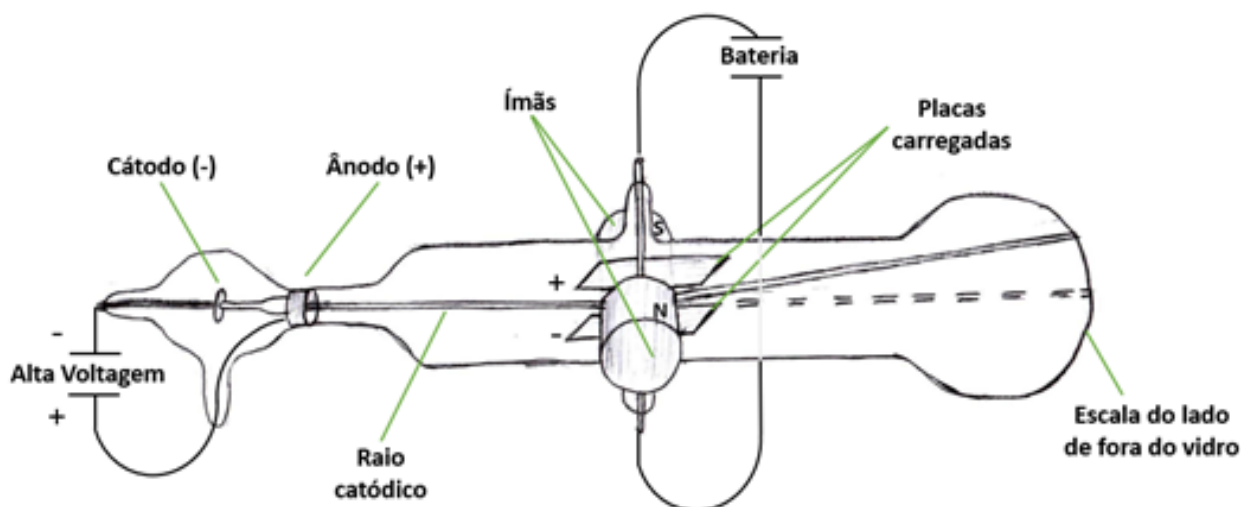
Figura 30: Ilustração de J. J. Thomson
Fonte: créditos Flávio Soares

Thomson e o Tubo de Raios Catódicos

Para explicar a Teoria de Thomson sobre o átomo, o professor pode passar um vídeo do experimento do Tubo de Raios, semelhante ao realizado por Thomson.

Em 1897 J. J. Thomson investigava os “raios catódicos”, gerados quando uma grande diferença de potencial (alta voltagem) é aplicada entre dois corpos de metal, chamados de eletrodos, num tubo de vidro sob vácuo (Figura 31). Thomson pôde observar um desvio do feixe causado por um campo elétrico aplicado entre os eletrodos. Ele demonstrou que os raios catódicos são fluxos de partículas negativas oriundas no interior dos átomos do eletrodo de carga negativa (cátodo). Thomson descobriu que as partículas carregadas eram as mesmas, independentemente do metal usado no cátodo.

Figura 31: Representação de um tubo de raios catódicos



Fonte: créditos Flávio Soares

Interpretação Submicroscópica

PARTES I e II: Quando atritamos a régua, a caneta ou o balão com o papel toalha ou com o tecido de lã, o papel toalha e o tecido perdem elétrons para o outro material (ficando positivamente carregado), já a régua, a caneta e o balão recebem elétrons (ficam negativamente carregados).

PARTE III: Quando atritamos o cabelo com o pente, este recebe elétrons e fica negativamente carregado, já aquele perde elétrons e fica positivamente carregado.

PARTE IV, V, VI: Ao atritar o bastão de vidro com o papel toalha, o bastão perde elétrons e fica positivamente carregado, já o papel toalha recebe elétrons e fica negativamente carregado; O contrário acontece com o canudo de plástico, o canudo ganha elétrons e fica carregado negativamente e o papel por perder elétrons fica carregado positivamente.

Os pedaços de papel picado, o cabelo e o canudo foram atraídos pelos objetos atritados porque os materiais são constituídos por cargas elétricas. Ao atritar objetos diferentes que inicialmente eram neutros há uma transferência de cargas elétricas de um para outro. O que recebe os elétrons fica carregado negativamente, e o que perde os elétrons fica com mais cargas positivas, ficando carregado positivamente. Por isso, os objetos eletrizados passam a repelir ou atrair objetos leves. Essa é uma evidência da existência de cargas elétricas na matéria.

- Com base no exposto, os estudantes poderão propor um modelo atômico diferente do proposto por Dalton, explicando os fenômenos que eles acabaram de observar. O modelo apresentado pelos alunos deve explicitar a presença das cargas elétricas.

5º MOMENTO - DISCUSSÕES

Esse momento é pautado na realização de discussões, com esclarecimento de dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam.

6º MOMENTO - EXPRESSÃO REPRESENTACIONAL

Quando falamos que um corpo está carregado eletricamente, estamos dizendo que há uma diferença entre o número de elétrons e de prótons que constituem o corpo. Os corpos carregados positivamente possuem uma falta de elétrons através de um processo de eletrização, ficando com um número maior de prótons que de elétrons. Assim, um corpo carregado negativamente ganhou carga negativa, ou seja, ganhou elétrons, ficando com um número maior de elétrons do que de prótons, nesse sentido, um corpo neutro possui número de prótons igual ao número de elétrons.

Cargas de sinais contrários se atraem e cargas de sinais iguais se repelem. No experimento eletrizamos diversos materiais por meio do atrito, que acontece quando esfregamos algo. Temos dois corpos neutros, como uma régua e um papel toalha, (Figura 31) quando esfregamos o papel na régua, acontece a passagem de elétrons de um material para outro, assim, um perde (fica carregado positivamente) e outro ganha elétrons (fica carregado negativamente), podemos perceber que a régua ficou carregada negativamente quando a aproximamos dos pedaços de papel picado (Figura 31B). Se os pedaços de papel foram atraídos pela régua, concluímos que eles estavam neutros, ou seja, não estavam carregados, percebemos então, que corpos neutros são também atraídos por corpos negativamente carregados.

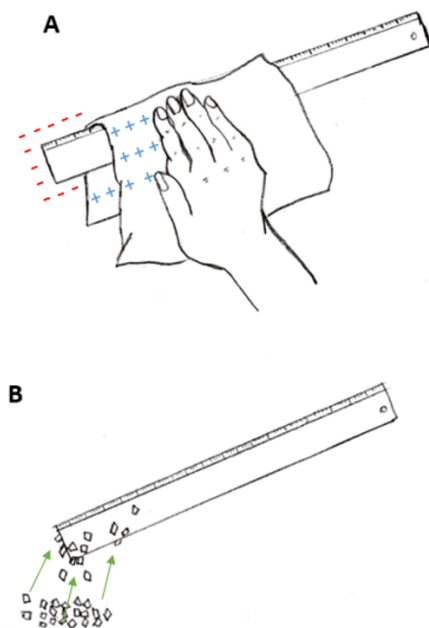
A seguir são apresentadas ilustrações com representações dos materiais que perdem ou recebem elétrons, de cada uma das partes do experimento. Sabe-se que prótons possuem carga positiva, e elétrons, carga negativa. Prótons e elétrons possuem cargas elétrica, bem como todo tipo de matéria.

TERCEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO III

PARTE I

Após o atrito da régua com o papel toalha (Figura 32A), a régua atrai os pedaços de papel pois fica carregada negativamente (recebe elétrons do papel toalha), atraindo os pedaços de papel que são neutros (Figura 32B).

Figura 32- Representação de eletrização por atrito: Atritando a régua com papel toalha (A); aproximando a régua aos pedaços de papéis (B)

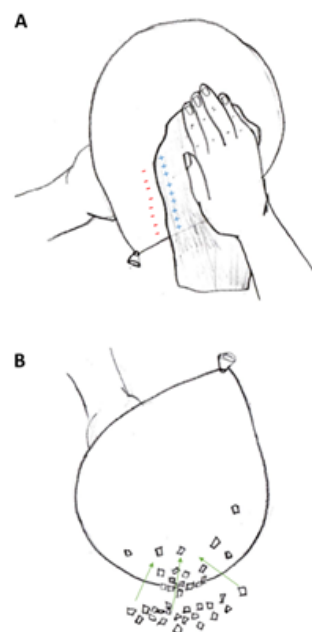


Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE II

O balão (Figura 33A) ao ser atritado com o tecido de lã recebe elétrons do tecido, ficando eletrizado negativamente, o que faz com que ele atraia os pedaços de papel que são neutros (Figura 33B).

Figura 33: Representação de eletrização por atrito: Atritando o balão com tecido de lã (A); aproximando o balão aos pedaços de papéis (B)

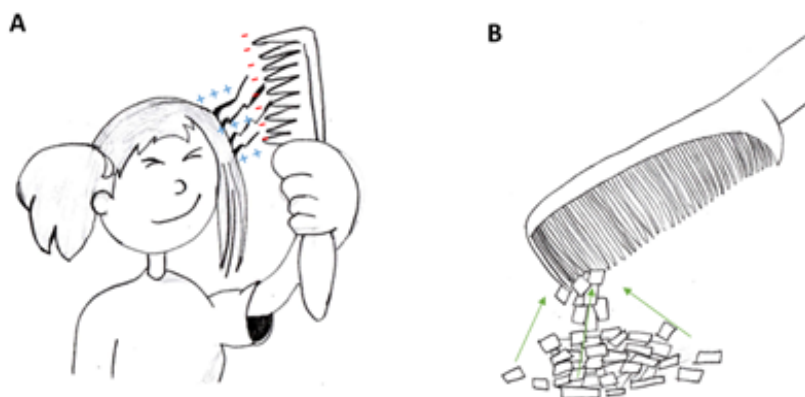


Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE III

Um exemplo bastante comum no nosso cotidiano acontece quando penteamos os cabelos, ao atritarmos o pente nos cabelos (Figura 34A), ele recebe elétrons dos cabelos, ficando carregado negativamente, fazendo os fios de cabelo se repelirem. Ao atritarmos o pente nos cabelos ele também será capaz de atrair pedaços de papel (Figura 34B).

Figura 34: Representação de eletrização por atrito: Atritando o pente no cabelo (A); aproximando o pente aos pedaços de papéis (B)



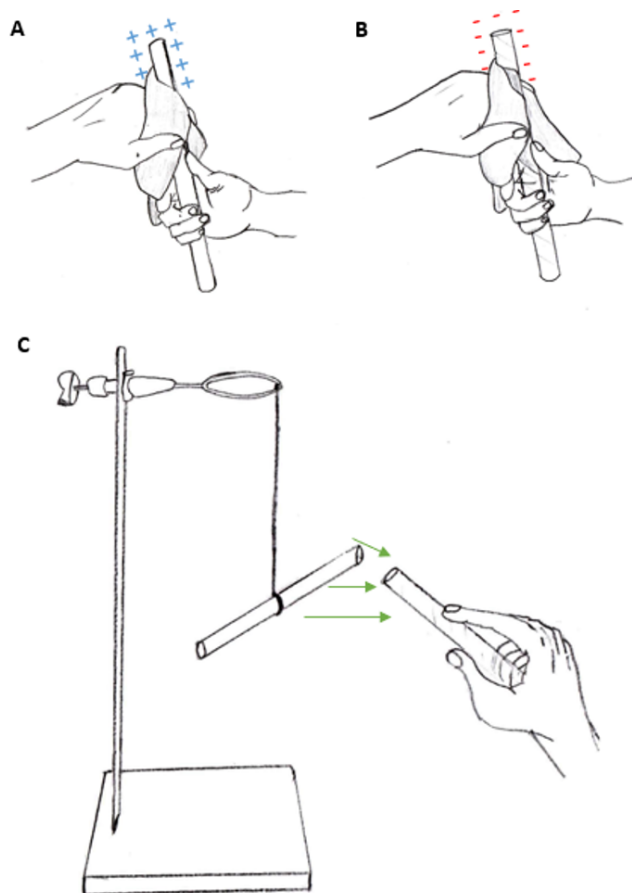
Fonte: créditos Flávio Soares

TERCEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO III

PARTE IV

Ao atritarmos um bastão de vidro com papel toalha, ele doará elétrons para o papel, ficando carregado positivamente (Figura 34A). No entanto, o efeito contrário acontece quando atritamos um canudo de plástico com papel toalha (Figura 35B), nesse caso, o canudo recebe elétrons do papel toalha e fica carregado negativamente. Por isso ao aproximarmos o bastão de vidro ao canudo de plástico eles são atraídos (Figura 35C).

Figura 35: Representação de eletrização por atrito: Atritando o bastão de vidro com o papel toalha (A); atritando o canudo de plástico com papel toalha (B); e aproximando o bastão de vidro ao canudo de plástico (C).

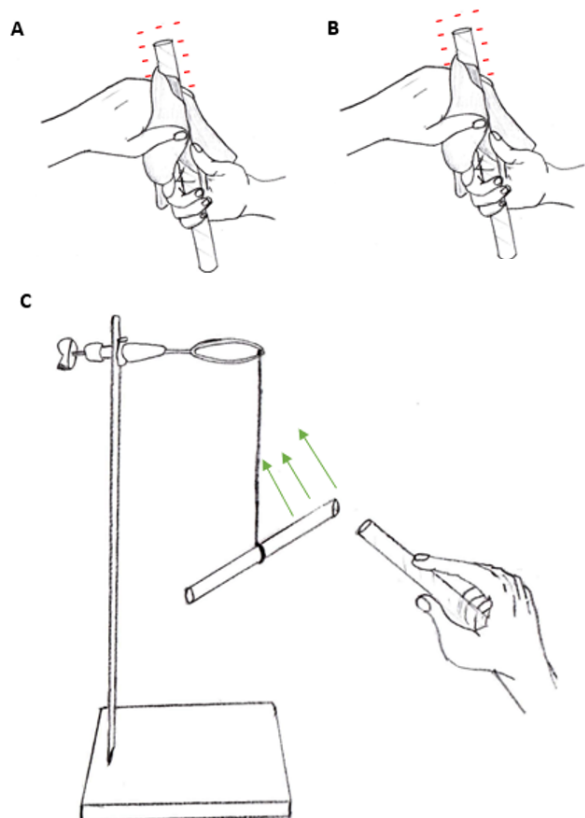


Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE V

Como vimos anteriormente, ao atritarmos um canudo de plástico com papel toalha, ele fica carregado negativamente. Assim, quando aproximamos dois canudos de plástico eles se repelem por terem cargas iguais (Figura 36C).

Figura 36: Representação de eletrização por atrito: Atritando o canudo de plástico com o papel toalha (A); atritando o canudo de plástico com papel toalha (B); e aproximando os dois canudos de plástico (C).



Fonte: créditos Flávio Soares

PARTE V

Como vimos na Parte V, o bastão de vidro quando atritado fica carregado positivamente, por isso ele não atrai os pedaços de papel, quando aproximados.

7º MOMENTO – SÍNTESE

Nesse momento, de acordo com o que foi apresentado, pede-se que os estudantes expliquem o que acontece em cada um dos experimentos, submicroscopicamente, de acordo com a Teoria Atômica de Thomson, as seguintes questões:

- 1 - O que aconteceu com a caneta e a parede? Por que a caneta grudou na parede?
- 2 - O que aconteceu entre a caneta e os pedaços de papel? Por que os papéis grudaram na caneta?

3 - O que aconteceu entre o balão e os pedaços de papéis? Por que os papéis grudaram no balão?

4 - O que aconteceu entre o bastão de vidro e o canudo de plástico? Por que o canudo de plástico é atraído pelo bastão de vidro?

5 - O que aconteceu entre os dois canudos de plástico? Por que eles se repeliram?

6 - O que aconteceu entre o bastão de vidro e os pedaços de papel? Por que nada aconteceu?

Respostas às perguntas iniciais

Na eletrostática, os corpos apresentam eletricidade estática, ou seja, os materiais estão eletrizados com cargas em excesso, mas não em movimento. Nosso corpo bem como todos os materiais possuem eletricidade estática, carga elétrica positiva ou negativa. Os choques causados pela eletricidade estática são comuns e acontecem quando há contato entre cargas diferentes. Isso acontece principalmente quando o ar está seco, pois o ar age como um isolante e não permite que as descargas elétricas aconteçam de maneira contínua, assim, devido ao isolamento, mais energia é concentrada nas pessoas e, quando tocam em outra pessoa ou em um material, com carga diferente, a descarga é maior. Quando o tempo está úmido, as descargas acontecem mais regularmente, assim, são menos notadas.

Em ambientes com ar-condicionado também é comum esse fenômeno pois o aparelho provoca a diminuição de umidade. Os choques também são comuns no inverno, quando mais pessoas tendem a usar casaco de lã sintética, esse material mantém a carga elétrica, é possível ouvir pequenos estalos quando se manuseia um agasalho de lã sintética por causa das pequenas descargas elétricas.

A mesma explicação se aplica quando penteamos os cabelos secos com pente de plástico, resultando nos frizz. Ao passar o pente nos cabelos ele acaba acumulando cargas negativas, quando são aproximados ao cabelo acabam atraindo-os.

- Pode-se questionar os alunos qual tipo de pente poderia ser usado para que não acontecesse esse fenômeno.

8º MOMENTO – IMPLICAÇÕES

Importância para a sociedade

Não se deve entrar ou sair de um carro durante o abastecimento com gasolina, esses atos podem gerar um acúmulo de eletricidade estática que pode ser descarregada quando se entra em contato com a bomba de metal ou quando a bomba encostar na porta de combustível do veículo.

A eletricidade estática também acontece em fábricas de papel e tecelagens, o atrito acontece nos enrolamentos de papel e de tecido desses materiais com partes metálicas das máquinas, assim, surgem cargas elétricas que podem produzir faíscas quando alguém manuseia um material metálico perto desses locais, essas faíscas podem então provocar incêndios. Para evitar incêndios esses locais são mantidos fechados e têm a umidade controlada, assim as máquinas são descarregadas sob as gotículas de água. Assim, Materiais voláteis devem ser mantidos distantes de áreas que causam grande acúmulo estático.

É comum sentir pequenos choques ao encostar em um carro devido ao atrito pelo acúmulo de energia estática causado pelo atrito do veículo com o ar. No entanto, o tamanho de um caminhão é proporcionalmente maior que um carro comum, assim é maior também a quantidade de energia estática formada nesses caminhões. Os pneus dos carros são responsáveis pelo seu isolamento, assim as cargas adquiridas durante os movimentos dos veículos são descarregadas quando alguém encosta no carro/caminhão e no chão ao mesmo tempo, sem isolantes. Dependendo da quantidade de carga que ficou acumulada, a pequena descarga pode gerar uma faísca. Por esse motivo, é possível observar a presença de grandes correntes em caminhões que transportam combustível, essas correntes são responsáveis por descarregar a eletricidade no chão, funcionando como um fio terra.

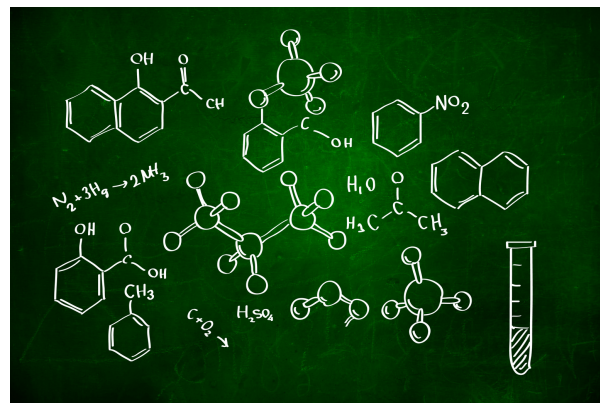
Um processo semelhante é utilizado nos boxes de fórmula 1, por exemplo, antes do abastecimento os carros passam por algumas placas de cobre, essas placas fazem com que o excesso de carga positiva seja passado para o solo. Os aviões passam por um processo semelhante antes do abastecimento.

TERCEIRO ENCONTRO - EXPERIMENTO III

Por esse motivo não é recomendado que as pessoas entrem e saiam de um carro durante o abastecimento, o corpo da pessoa funciona como um fio terra, pois o excesso de cargas do automóvel passa pela pessoa antes de chegar ao chão, durante esse momento podem ocorrer faíscas durante o abastecimento essas faíscas podem gerar uma explosão por causa do combustível.

9º MOMENTO – CUIDADOS COM OS RESÍDUOS

Este experimento não gera qualquer tipo de resíduo.



OUTRAS DISCUSSÕES

Professor, provavelmente você percebeu que os materiais utilizados para a realização dos experimentos apresentados nesta proposição são acessíveis e de baixo custo. Ressaltamos a importância de aproximar o conteúdo do dia a dia do estudante, assim, você poderá pensar em novos experimentos e estratégias ao trabalhar as teorias atômicas.

Para Ferreira, Hartwing e Oliveira (2010), muitos estudantes apresentam dificuldades para utilizar o conteúdo abordado nas aulas experimentais em situações do cotidiano, pois as realizam em um contexto não significativo. Geralmente o professor não discute fatos como a importância industrial, social e econômica dos produtos envolvidos. Assim, as discussões perante a experimentação ficam apenas na exemplificação dos conceitos e por isso não contribuem para a função social do Ensino Química. Diante disso, trouxemos duas atividades com foco cotidiano para que os estudantes possam explicar os fenômenos com base nas teorias trabalhadas anteriormente.

Figura 37: Espanador eletrostático



Fonte: a autora

Figura 38: Colher de plástico com mancha de açafreão



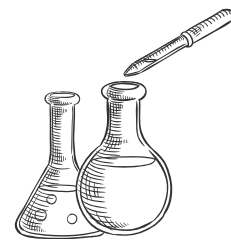
Fonte: a autora

A partir do vídeo com o funcionamento do espanador e da imagem da colher, os estudantes poderão tentar explicar os fenômenos observados com base nas teorias atômicas de Dalton e Thomson.

DESPEDIDA

Desejo que a proposta aqui apresentada seja de grande valia para quem a busca. Espero que de alguma forma ela contribua para o processo de ensino-aprendizagem e que seja um objeto de motivação à prática docente.

Até breve!



AGRADECIMENTOS



Claro que este trabalho não existiria se não fossem as pessoas maravilhosas com as quais pude compartilhar esta experiência. Minha orientadora, professora Jeniffer, professores Bob e Jeane, aos amigos Ângela, Iago e Débora ao meu grupo "VIP" Henrique, Jéssica, Mari e Lucas. Meu muito obrigada!!

Este trabalho é dedicado aos meus ex-alunos, alunos, futuros alunos e a todos que buscam o melhor para nossa educação, em especial, aos professores da Faculdade UnB Planaltina e professores do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília. Ministério da Educação, 2018.
- DALTON, J. A New System of Chemical Philosophy, 1808, v.1, part 1. (Reimpressão — New York: Philosophical Library, 1964).
- DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do DF. Currículo em Movimento da Educação Básica: Ensino Fundamental Anos Finais. Brasília, 2018.
- JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemical Education Research and Practice*, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2006. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.132.4757&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- JOHNSTONE, A. H. You Can't Get There from Here. *Journal of Chemical Education*, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2010/01/01 2009. ISSN 0021-9584. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed800026d>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.
- NOBELPRIZE. From Nobel Lectures, Physics 1901-1921, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1967.
- PAULING. L. Química Geral. AO LIVRO TÉCNICO S. A. Vol. 1. Rio de Janeiro, 1966.
- PARTINGTON, J. R. A History of Chemistry. London: MacMillan, 1962. v.3.
- SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. de A.; FERREIRA, G. A. L. O que é a Química e o que o químico faz. Notas de aula, Brasília, 2005.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. *Ensino de Química em Foco*. SANTOS, W. L. P. D. e MALDANER, O. A. Injuí: Injuí: 231-261 p. 2019.
- SILVA, R. R.; ROCHA-FILHO, R. C.; TUNES, E.; TOLENTINO, M.; *Ensino de Conceitos de Química II. Matéria: Um Sistema Conceitual quanto à sua forma de apresentação*.
- THOMSON, J. J. Carriers of negative electricity. Nobel Lecture, December 11, 1906. MLA style: J.J. Thomson - Nobel Lecture. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2021. Mon. 22 Feb 2021. <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1906/thomson/lecture/>>
- THOMSON, J. J. The Corpuscular Theory of Matter. New York. Charles Scribner's Sons. 1907.
- THOMSON, J. J. Recollections and Reflections. London. G. Bel and Sons. LTD. 1936



**DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
OU TESE DE DOUTORADO**

Declaro que a presente dissertação/tese é original, elaborada especialmente para este fim, não tendo sido apresentada para obtenção de qualquer título e que identifique e cito devidamente todas as autoras e todos os autores que contribuíram para o trabalho, bem como as contribuições oriundas de outras publicações de minha autoria. Declaro estar ciente de que a cópia ou o plágio podem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, consistindo em grave violação à ética acadêmica.

Brasília, 15 de setembro de 2021

Assinatura do/a discente:  _____

Programa: **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC)**

Nome completo: **Valéria Pereira Soares**

Título do Trabalho: **A Experimentação no Estudo dos Modelos Atômicos de Dalton e Thomson no Ensino De Ciências**

Nível: (**X**) Mestrado () Doutorado

Orientador/a: **Evelyn Jeniffer de Lima Toledo**