



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO AMAPÁ - IFAP
CAMPUS MACAPÁ
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ZIRAN CARDOSO BALIEIRO

EXPERIMENTO DA FLUORESCÊNCIA:

uma estratégia de aprendizagem para a introdução do Modelo Atômico de Bohr no ensino de
química

MACAPÁ

2020

ZIRAN CARDOSO BALIEIRO

EXPERIMENTO DA FLUORESCÊNCIA:

uma estratégia de aprendizagem para a introdução do Modelo Atômico de Bohr no ensino de química

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso de Licenciatura plena em Química da Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, como requisito avaliativo para obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Me. Jorge Emílio Henriques Gomes

Coorientador: Prof. Me. Jamil da Silva

MACAPÁ

2020

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

-
- B186e Balieiro, Ziran Cardoso
Experimento da fluorescência: uma estratégia de aprendizagem para a introdução do modelo atômico de Bohr no ensino de química / Ziran Cardoso Balieiro - Macapá, 2020.
91 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Licenciatura em Química, 2020.
- Orientador: Jorge Emílio Henriques Gomes.
Coorientador: Jamil da Silva
1. Ensino e Aprendizagem. 2. Experimentação. 3. Fluorescência. I. Gomes, Jorge Emílio Henriques (orient.). II. Silva, Jamil da (coorient.). III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ZIRAN CARDOSO BALIEIRO

EXPERIMENTO DA FLUORESCÊNCIA: Uma estratégia de aprendizagem para a introdução do modelo atômico de Bohr no ensino de química.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, como requisito avaliativo para obtenção do grau de Licenciatura em Química.

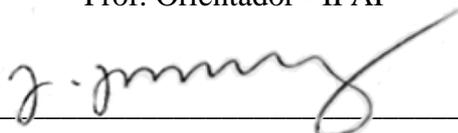
Orientador: Prof. Me. Jorge Emílio Henriques Gomes

Coorientador: Prof. Me. Jamil da Silva

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Jorge Emílio Henriques Gomes

Prof. Orientador - IFAP



Prof. Me. Jamil da Silva

Prof. Coorientador e Avaliador - IFAP



Prof. Dr. Argemiro Midonês Bastos

Prof. Avaliador – IFAP



Profª. Esp. Célia Mota Rodrigues de Souza

Profª. Avaliadora – SEED/GEA

Data de aprovação: 21 / 10 / 2020.

Nota: 8,7.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que me permitiu essa conquista, a minha mãe que orou incansavelmente por mim, ao meu esposo Luiz Sérgio pela compreensão, aos meus filhos Phillip, Fernando e Neto que são os motivos pelos quais não desisto nunca da caminhada, aos meus Irmãos e amigos que muito me incentivaram e apoiaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me ama e sempre me concede fé e perseverança para vencer os obstáculos.

A minha mãe, Maria Osmarina, pelo apoio, dedicação e incentivo no decorrer do curso e durante toda minha vida.

Ao meu marido e melhor amigo Luiz Sérgio Silva que é peça fundamental em todos os momentos da minha vida e que, apesar de meus momentos de ausência, sempre me apoiou e me deu forças para seguir em frente.

Ao meu orientador, Prof. Me. Jorge Emílio Henriques Gomes, que me orientou, pela sua disponibilidade, interesse e receptividade com que me recebeu e pela prestabilidade com que me ajudou.

Aos professores do IFAP, Campus Macapá, que se dedicaram a me ensinar um pouco do que lutaram tanto para aprender.

À professora Alzira diretora da Escola Estadual Maria Miriam Cordeiro dos Santos Fernandes por ter aceitado a aplicação do meu projeto na devida escola.

À professora Rosinete que me recebeu e me auxiliou na aplicação deste trabalho.

A minha amiga, Denise Carvalho, pelo apoio, ajuda, paciência e compreensão em me ouvir nos desabafos ocorridos e dificuldades encontradas ao longo do curso.

A minha amiga Raylani pelo carinho e ajuda, por estar comigo em momentos bons e ruins.

Às amigas Jane Pimentel, Nazaré Souza, Manoela Assunção e ao amigo Jailson Damasceno, que me acompanharam no decorrer da graduação.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta monografia.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

(PAULO FREIRE).

RESUMO

Este trabalho é oriundo de uma inquietação da autora sobre a carência de base e fundamentos de conhecimentos específicos dos alunos sobre a estrutura da matéria, a disposição elementar dos átomos e principalmente a estrutura proposta pelo modelo atômico de Bohr. A pesquisa propõe aplicar o experimento da fluorescência como recurso didático prático em sala de aula para o alinhamento com a teoria e, conseqüentemente, melhor desempenho dos alunos de ensino fundamental com vistas ao aprimoramento do ensino e aprendizagem destes sujeitos, posteriormente, no ensino médio. A metodologia apresentada é pautada em estudos bibliográficos para levantamento de fundamentos teóricos de aprendizagem para entender como tal ocorre, sustentando um modelo prático de estímulo e resposta por observação experimental, alcançando a aprendizagem significativa dos alunos. Foram propostos seis experimentos científicos que utilizam como fenômeno o efeito da fluorescência, empregando materiais de baixo custo nas práticas em sala de aula e posteriormente uma avaliação da proposta por meio de questionários para análises qualitativas e quantitativas com alunos do ensino fundamental (9º ano) de uma escola pública de Macapá-AP. Os resultados apontaram uma grande vantagem em aplicar a metodologia, uma vez que permitiu a interação do aluno com as atividades e os mesmos como sujeitos apontando em discursos a necessidade da realização de atividades práticas em aulas de Química.

Palavras Chaves: Ensino e Aprendizagem. Experimentação. Fluorescência.

ABSTRACT

This work arises from a concern of the author about the lack of basic and fundamental knowledge of students about the structure of matter, the elemental disposition of atoms and mainly the structure proposed by Bohr's atomic model. The research proposes to apply the fluorescence experiment as a practical didactic resource in the classroom to align with the theory and, consequently, performance to elementary school students with a view to improving the teaching and learning of these subjects, later on, in high school. The methodology presented is based on bibliographic studies to survey the theoretical foundations of learning to understand how it occurs, supporting a practical model of stimulus and response by experimental observation, achieving significant learning for students. Six scientific experiments were proposed that use the effect of fluorescence as a phenomenon, using low-cost materials in classroom practices and subsequently an evaluation of the proposal through questionnaires for qualitative and quantitative analyzes with students of fundamental education (9^o grade) of a public school in Macapá-AP. The results showed a great advantage in applying the methodology, since it allowed the student to interact with the activities and the same ones as subjects pointing out in speeches the need to carry out practical activities in Chemistry classes.

Keywords: Teaching and Learning. Experimentation. Fluorescence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As etapas da Educação Básica.	18
Figura 2 - Comparativo educacional dos países.	23
Figura 3 - Níveis do Desenvolvimento Cognitivo de Jean Piaget.	26
Figura 4 - As relações dos níveis de conhecimento para Piaget, Vygotsky e Wallon.	29
Figura 5 - Os tipos de aprendizagem de Ausubel.	31
Figura 6 - Estímulo e resposta de Skinner.	34
Figura 7 - Modelo atômico do Pudim de Passas de J. Thomson.	42
Figura 8 - Modelo atômico de Rutherford.	43
Figura 9 - Representação do Experimento de Chadwick.	43
Figura 10 - (a) Diagrama esquemático do espectro de emissão de átomos e moléculas. (b) Espectro de emissão de linhas dos átomos de hidrogênio.	45
Figura 11 - Modelo atômico de Bohr.	46
Figura 12 - Tipos de radiação eletromagnética.	47
Figura 13 - Faixa do espectro que compreende a luz visível.	47
Figura 14 - Diagrama de níveis de energia para uma situação de excitação hipotética.	50
Figura 15 - Estado de spin eletrônico singlete-singlete das moléculas.	51
Figura 16 - Estados de spin eletrônico singlete-triplete das moléculas.	52
Figura 17 - Estrutura molecular da Clorofila.	53
Figura 18 - Folha da Chicória.	54
Figura 19 - Fórmula estrutural da Riboflavina (Vitamina B2).	54
Figura 20 - Fórmula estrutural da Quinina.	55
Figura 21 - A química das canetas marca texto.	56
Figura 22 - Fluxograma representativo da metodologia.	57
Figura 23 - Escola locus da pesquisa.	60
Figura 24 - Intervenção sobre o assunto Modelos Atômicos.	63
Figura 25 - Frases elaboradas pelos alunos com e sem efeito da luminescência.	64
Figura 26 - Pintura com blush.	65
Figura 27 - Chave de fenda sendo utilizada como pistilo.	66
Figura 28 - Solução de Clorofila.	67
Figura 29 - Solução de aquosa de Riboflavina.	68
Figura 30 - Água tônica gaseificada sem a incidência de luz UV.	69
Figura 31 - Água tônica na presença da luz negra caseira.	69

Figura 32 – Efeito da Fluorescência com a lâmpada negra caseira.	70
Figura 33 - Almofariz e pistilo substituídos por copo de vidro e chave.	74
Figura 34 - Manipulação do experimento.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de utensílios de laboratório e materiais alternativos.	39
Tabela 2 - Estrutura do Locus da pesquisa.	61
Tabela 3 - Experimentos aplicados na intervenção.	71
Tabela 4 - Análise das justificativas dos participantes da pesquisa referente ao questionário.	76

LISTA DE ABREVIATURAS

AS	Aprendizagem Significativa
CEB	Câmara de Educação Básica
CERN	Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear
CNE	Conselho Nacional de Educação
LEP	<i>The Large Electron-Positron Collider</i>
LDBEN	Leis de Diretrizes Bases da Educação Nacional
LHC	<i>The Large Hadron Collider</i>
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SEE-SP	Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Geral	16
2.2	Específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	Os níveis da educação no ensino básico	17
3.1.1	O ensino de ciências proposto na educação básica	18
3.1.2	A Curricularização no Ensino Fundamental e Médio	20
3.1.3	A transição do Ensino Fundamental para o Ensino Médio	22
3.1.4	O Ensino da Ciência Química no Ensino Fundamental	24
3.2	Os processos de ensino e aprendizagem: Teorias e Teóricos de Base	25
3.2.1	A contribuição de Jean Piaget: Os estágios Cognitivos	25
3.2.2	Concepções de Vygotsky e Wallon: as relações do social na aprendizagem	27
3.2.3	David Ausubel e a Aprendizagem Significativa	29
3.2.4	O processo de ensinar e de aprender a partir das representações de Skinner com o estímulo e resposta	32
3.3	As formas de ensinagem diferenciadas com a utilização de experimentação e materiais alternativos como estímulo	34
3.3.1	O material alternativo: um apoio de baixo custo e fácil acesso	37
3.4	Aspectos teóricos da Atomística: Teoria Atômica de Dalton a Rutherford	40
3.5	Modelo Atômico de Bohr: as concepções sobre a matéria microscópica	44
3.5.1	Espectro eletromagnético e os comprimentos de onda característicos	46
3.6	Modelo Padrão das partículas elementares	48
3.7	Luminescência: os efeitos luminosos de transição eletrônica	49
3.7.1	O efeito da Fluorescência	49
3.7.2	O efeito da Fosforescência	52
3.8	Substâncias fluorescentes presentes no cotidiano: exemplos para as atividades da pesquisa	52
4	METODOLOGIA	57
4.1	Tipologia da pesquisa	57
4.1.1	Quanto à abordagem	57

4.1.2	Quanto à natureza	58
4.1.3	Quanto ao objetivo	58
4.1.4	Quanto aos procedimentos	59
4.2	<i>Locus</i>	60
4.3	Sujeitos da pesquisa	61
4.4	Propostas de intervenção	62
4.4.1	Aula teórica lecionada pela professora da turma	62
4.4.2	Aulas: teórica e prática lecionadas pela pesquisadora	62
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
5.1	Questionário I: análise dos alunos sobre a aula teórica	71
5.2	Questionário II: análise dos alunos após as aulas teórica e prática	73
5.3	Comparação entre os questionários 1 e 2	80
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	89
	APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO I	90
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO II	91

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, houve uma alteração de 8 para 9 anos na duração do ensino fundamental, contemplando o percurso formativo no qual as etapas de formação básica sejam atreladas de forma a otimizar a construção do conhecimento.

Devido a essa mudança, o componente curricular Química, antes apenas abordado no nível médio, passou a ser ensinado no fundamental II, mais especificamente no 9º ano, como Ciências (Física e Química). A educação necessitava ter bons resultados de aprendizagem, tentando incrementar ensino e aprendizagem de ciências sistematizados, de maneira a implementar e aprimorar o currículo.

Mas, sob a ótica dos alunos o componente curricular surge como um obstáculo a ser enfrentado devido a metodologia utilizada por muitos professores, que não utilizam a experimentação para demonstrar ao aluno que a Química não é só fórmulas e conceitos, e sim uma ciência experimental que pode ser aplicada para facilitar a compreensão e o aprendizado.

As teorias atômicas constituem uma das partes mais complexas para entendimento pelos alunos, especificamente o modelo de Bohr que está entre os mais complexos abordados no ensino básico, pois gera muitas dúvidas e não entendimento entre os alunos. A fluorescência é um fenômeno explicado com base nas postulações deste modelo e, portanto, interessante para criar uma abordagem em sala de aula.

Professores trabalham para mitigar esse paradigma, aliando a prática à teoria, defendendo a experimentação como aplicação do objeto de estudo para uma aprendizagem significativa, em que o professor busca meios de incluir o aluno ao ambiente científico e seus desdobramentos. Neste sentido, a fluorescência é um exemplo de possibilidade em relacionar teoria e prática experimental.

A proposta da presente pesquisa foi analisar a eficiência do uso da experimentação aplicada em sala de aula como meio de colaboração para o desenvolvimento da aprendizagem de Química, incrementando a metodologia do ensino como estratégia de relacionar o entendimento do processo evolutivo do conhecimento sobre a disciplina.

Pensando nisso, foi desenvolvido um experimento sobre fluorescência na turma do 9º ano do Ensino Fundamental no ensino regular da Escola Maria Miriam Cordeiro dos Santos Fernandes, sobre o assunto de modelos atômicos.

Nessa perspectiva, a pesquisa versa sobre o seguinte questionamento: Como a experimentação aplicada pode contribuir para a aprendizagem dos alunos que cursam o 9º ano

do Ensino Fundamental, de modo a estimulá-los para o desenvolvimento da construção do conhecimento da ciência Química nas séries do Ensino Médio que estão por vir?

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Utilizar o experimento da fluorescência na construção do conhecimento para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, para compreender o assunto Modelo Atômico de Bohr com vistas ao aprimoramento no Ensino Médio.

2.2 Específicos

- Demonstrar que a prática aliada à teoria pode se tornar um facilitador para compreender Química, a partir de uma fundamentação de base;
- Propor o uso de materiais alternativos para a aplicação de experimento em sala de aula como meio de substituir a ausência física de laboratórios em escolas públicas;
- Comparar as aulas teóricas e práticas com o objetivo de saber qual das metodologias aplicadas com diferentes estratégias é mais eficaz na aprendizagem significativa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Os níveis da educação no ensino básico

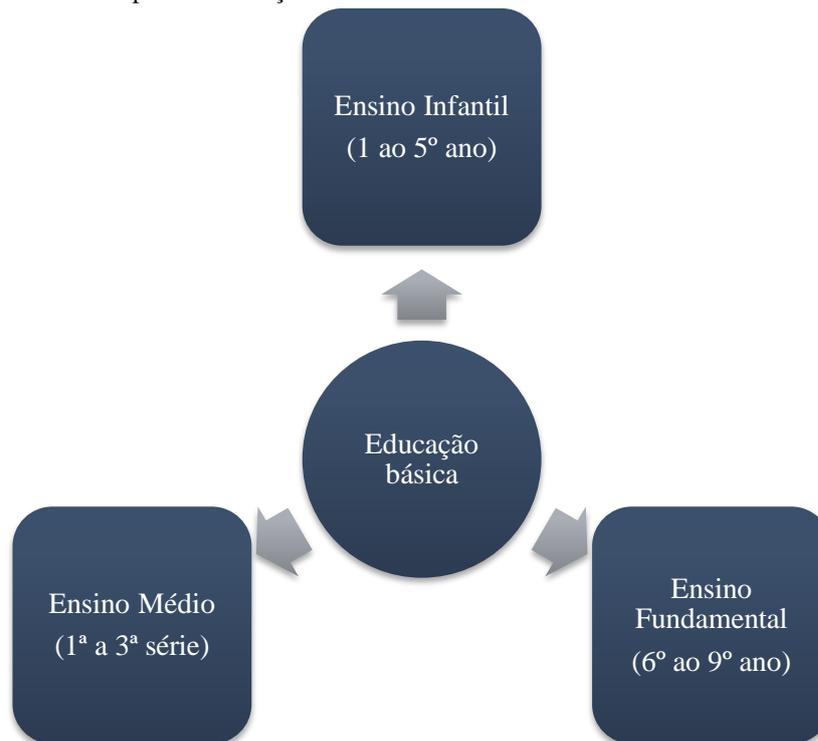
A educação brasileira tem em seu histórico um percurso cronológico de mudanças relacionadas ao sistema que rege suas predefinições. Uma das principais reformulações da educação brasileira aconteceu em 1996 com a implantação da Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Sobre a ótica do Senador Darcy Ribeiro, em exercício na época de implantação da Lei, *esta procura libertar os educadores brasileiros para ousarem experimentar e inovar* (RAMAL, 1997).

Um dos principais destaques apresentados neste novo modelo proposto à educação reflete ao currículo, agora *para os níveis fundamental e médio, passam a compreender uma base nacional comum* (RAMAL, 1997, p.2) especificada em seu artigo 26, com algumas flexibilizações.

A estrutura federativa do sistema educacional propõe um projeto de educação nacional, o qual estão inseridos a União, Estados, Distrito Federal e Municípios (BRASIL, 2013, p.19). Estas entidades conciliam trabalhos colaborativos para transformarem a Educação Básica em um conjunto *orgânico, sequencial, planejado sistematicamente, que responde as exigências dos estudantes* (BRASIL, 2013, p.19).

As dimensões sequenciais do processo de educação estão definidas em etapas escolares da Educação Básica, assistida em Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio (Figura 1). Este processo sequencial, segundo Brasil (2013, p.20) inscreve-se em uma trajetória contínua e progressiva, embora ocorram em etapas diferentes e insubstituíveis momentos do processo de formação de cada indivíduo, desde a sua infância até o Ensino Superior.

Figura 1 - As etapas da Educação Básica.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

Cada etapa da Educação Básica está organizada tendo suas percepções e buscando sempre atingir seus objetivos no aluno.

3.1.1 O ensino de ciências proposto na educação básica

O Ensino de Ciências deixou de ser uma mera transmissão de conhecimento e vem constantemente se adequando as necessidades e avanços educacionais, começando pela sua obrigatoriedade nas séries iniciais do Ensino Fundamental, segundo os PCN, Brasil 1998:

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, ministravam-se aulas de Ciências Naturais apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginásial. Essa lei estendeu a obrigatoriedade do ensino da disciplina a todas as séries ginásiais, mas apenas a partir de 1971, com a Lei no 5.692, Ciências passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau. Quando foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, o cenário escolar era dominado pelo ensino tradicional, ainda que esforços de renovação estivessem em processo. (BRASIL, 1998, p.19).

Impulsionada pelo movimento Escola Nova o qual foi um movimento organizado por educadores que se preocupava com a necessidade da Infância e condenava a passividade a qual a criança estava condenada pela escola tradicional, essa mudança necessitava que o currículo se aprimorasse ao avanço do conhecimento científico, tendo como objetivo o

desenvolvimento científico e tecnológico, o Ensino de Ciências buscou a aproximação da realidade, ou seja, a vivência do aluno no ensino e aprendizagem. (BRASIL, 1998, p.19).

O ensino fundamental é o período em que o aluno está adquirindo conhecimentos básicos sobre si e tudo o que faz parte do seu cotidiano, mas isso só é possível através dessas mudanças e aprimoramento educacional que visa tornar o aluno um cidadão crítico.

Detém que se torne possível formar cidadãos atuantes criticamente na sociedade existe os objetivos gerais para o ensino fundamental apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), dois estão diretamente pertinentes ao ensino de Ciências, os PCNs, ressalta a importância do aluno estar voltado para a natureza e sua atuação como agente transformador tendo-os como objetivos. Segundo os PCNs:

[...] perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente;

[...] conhecer e cuidar do próprio corpo, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva. (BRASIL, 2000, p. 7, 8).

Nos PCNs de Ciências Naturais para o ensino fundamental, os objetivos são apresentados em termos de incrementar as competências que permitem ao aluno *compreender o mundo e agir como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica* (BRASIL, 2000, p. 39).

Freire afirma que a educação é uma ferramenta libertadora e não só multiplicadora, com isso o contexto social não pode ser deixado de lado pela ciência em um país cheio de desigualdades, é notório que isso interfira diretamente na educação. Conforme Freire:

...é preciso que a educação esteja – em seu conteúdo, em seus programas e em seus métodos – adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história (FREIRE, 1979, p.21).

O que vem norteando o ensino de ciência nos dias atuais é a necessidade de aulas planejadas, práticas/experimentais, a vivência do aluno e a sua aprendizagem, ou seja, meios para servir de âncora para que o aprendizado seja transmitido com efeito, segundo Machado 2017:

Na concepção da educação crítica há a necessidade de contextualização, já que o ato de educar é um ato sociopolítico que os profissionais da educação devem inteirar a realidade do contexto escolar, principalmente o docente que tem como função fazer essa ligação (ponte) entre o conhecimento científico, tecnológico, humanista e a realidade política e social, levando em conta os objetivos e interesses dos discentes. (MACHADO,2017, p.8).

Desta forma, o ensino de ciências vem se aprimorando cada vez mais às necessidades que o aluno tem em aprender sobre si e o meio ao qual está inserido, para, no futuro, quando ele passar a ter contato com a química poder correlacionar aos assuntos estudados com os assuntos vistos anteriormente.

3.1.2 A Curricularização no Ensino Fundamental e Médio

Ensino Fundamental de 9 anos: com a mudança de 8 para 9 anos por meio da publicação da Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional nº. 9.394/1996, surgiu a necessidade que a matriz curricular também passasse por aprimoramentos que pudessem satisfazer os anseios pretendidos para esse ciclo da Educação Básica. (MEC, 2010).

De acordo com Diretrizes Curriculares Nacionais, o currículo deve ser constituído pelas experiências escolares que se distendem em volta do conhecimento tal como define o § 1º do artigo 9º. (MEC, 2010).

Conforme o Art. 14 da resolução nº 7, expedida pelo Ministério da Educação (MEC) em 2010, o currículo da base nacional comum do Ensino Fundamental deve abranger, obrigatoriamente, conforme o art. 26 da Lei nº 9.394/96, o estudo da Língua Portuguesa e da Matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente a do Brasil, bem como o ensino da Arte, a Educação Física e o Ensino Religioso. (MEC, 2010).

De acordo com o art.16 deve ser estudado temas abrangentes e contemporâneos que sejam relevantes e que afetam a vida humana em escala global, regional e local, bem como na esfera individual. Temas como saúde, sexualidade e gênero, vida familiar e social, assim como os direitos das crianças e adolescentes, de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei nº 8.069/90).

Ademais, a preservação do meio ambiente, nos termos da política nacional de educação ambiental (Lei nº 9.795/99), educação para o consumo, educação fiscal, trabalho, ciência e tecnologia, e diversidade cultural devem permear o desenvolvimento dos conteúdos da base nacional comum e da parte diversificada do currículo (MEC, 2010). O estudo de uma língua estrangeira é garantido aos alunos do Ensino fundamental, dando continuidade ao ensino até chegar ao Ensino Médio.

O Ensino Médio corporifica a concepção de trabalho e cidadania como base para a formação, configurando-se enquanto Educação Básica.

A formação geral do estudante em torno dos fundamentos científico-tecnológicos, assim como sua qualificação para o trabalho, sustenta-se nos princípios estéticos, éticos e políticos que inspiram a Constituição Federal e a LDB. Nesse sentido, não é possível compreender a tríplice intencionalidade expressa na legislação de forma fragmentada e estanque. São finalidades que se entrecruzam umas às outras, fornecendo para a escola o horizonte da ação pedagógica, quando se vislumbram, também, as finalidades do Ensino Médio explicitadas no art. 35, da LDB.

Estes desígnios legais do Ensino Médio deliberam as características da escola no âmbito de quatro indissociáveis funções, e a matriz curricular e os objetivos a serem alcançados são vistos da seguinte forma, quanto à finalidade da escola (BRASIL, 2013, p.169 e 170):

- I – Consolidação dos conhecimentos anteriormente adquiridos;
- II – Preparação do cidadão para o trabalho;
- III – Implementação da autonomia intelectual e da formação ética;
- IV – Compreensão da relação teoria e prática.

Quanto aos objetivos que a escola deve alcançar tanto para melhoria da sociedade quanto para o êxito dos alunos, estão divididos em três sendo eles:

- I – Garantir ações que promovam:
 - a) a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes;
 - b) o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura;
 - c) A língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;
- II – Adotar metodologias de ensino e de avaliação de aprendizagem que estimulem a iniciativa dos estudantes;
- III – organizar os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação de tal forma que ao final do Ensino Médio o estudante demonstre:
 - a) domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;
 - b) conhecimento das formas contemporâneas de linguagem. (BRASIL, 2013, p.197).

O Currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular, que deverão ser dispostos por meio da oferta de diferentes disposições curriculares, conforme a importância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber, de acordo com o artigo 36 da Lei 9.394/96, incluído pela Lei 13.415 de 2017 (BRASIL,1996):

- I – linguagens e suas tecnologias;
- II – matemática e suas tecnologias;
- III – ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV – ciências humanas e sociais aplicadas.

V – formação técnica e profissional.

Esses elementos servem de base para a construção do saber e preparo do aluno para que se obtenha o sucesso esperado pela escola e sociedade. Por isso, em muitas escolas existem o ensino integral e em outras o técnico que é a preparação do aluno com uma formação pensando no mercado de trabalho.

3.1.3 A transição do Ensino Fundamental para o Ensino Médio

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) atualizada, a Educação Básica é obrigatória e gratuita dos 4(quatro) aos 17(dezessete) anos de idade e está dividida da seguinte forma: Pré-escola, Ensino Fundamental e Ensino Médio. (Redação dada pela Lei nº 12.796, de 2013). E tem por finalidade:

Art. 22. A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1996, p.17).

Abordou-se apenas os assuntos pertinentes a esta pesquisa que é o Ensino Fundamental e Ensino Médio, o primeiro inicia-se no 1º e vai até ao 9º ano, na idade de 6 (seis) a 14 (quatorze) anos fechando um ciclo, já o segundo, Ensino Médio, vai da 1ª até a 3ª série na idade de 15 (quinze) a 17 (dezessete) anos. No fechamento de um ciclo para iniciar outro ocorre uma transição cheia de mudanças, e são essas mudanças, vivenciadas pelos alunos, que serão relatadas.

Essa mudança vem com uma série de novidades, como nova carga horária, mais componentes a ser estudados e também a pressão do preparo para o Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) para ingressar em uma faculdade.

O ensino fundamental tem servido de base para a continuidade no ensino médio, para que haja um bom aproveitamento dos conteúdos vistos nas séries iniciais. Portanto, é necessário que seja um ensino eficaz.

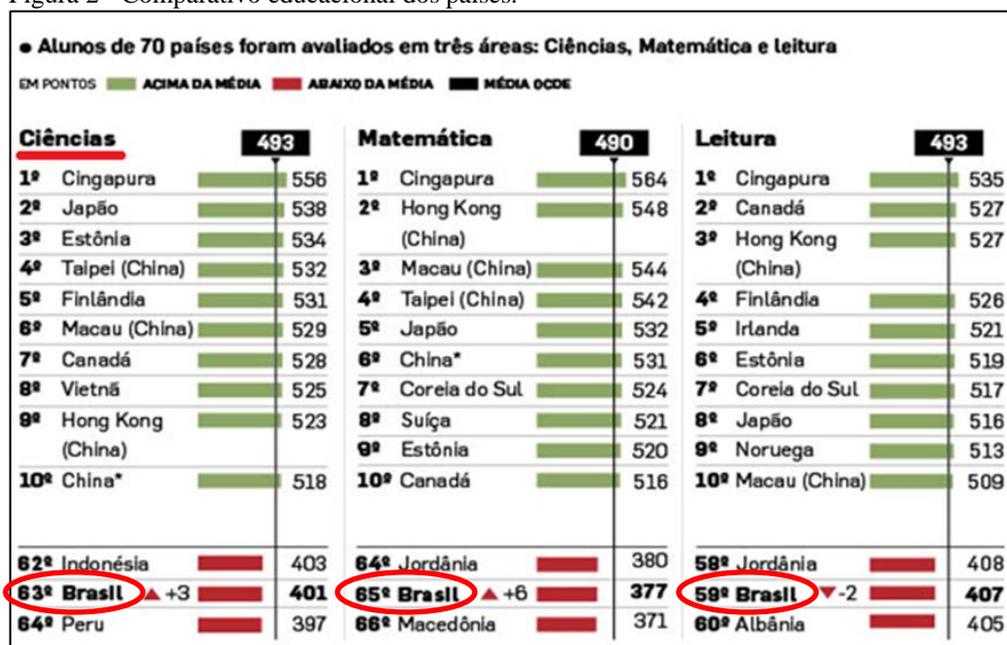
Pode-se observar na relação entre o ensino fundamental e médio que pouco se tem aproveitado a aprendizagem entre essa ligação, ou seja, normalmente os alunos chegam ao ensino médio sem saber alguns conteúdos vistos no ensino fundamental.

Segundo o relatório *Global Information Technology*, divulgado em 2016 pelo Fórum Econômico Mundial, a educação em matemática e ciências no Brasil tem níveis alarmantes em relação à compreensão de conceitos matemáticos e científicos, com o país ocupando a

133º posição dentre 139 países, comprovando que os alunos não alcançaram os objetivos pré-estabelecidos nos ensinamentos de ciências naturais.

No índice de avaliação internacional de educação com relação ao ensino de ciências o PISA – sigla de *Program for International Student Assessment*, o qual é o Programa Internacional de Avaliação dos Alunos, o Brasil ocupa a 63º (Figura 2), esse resultado é bem alarmante e mostra o déficit educacional em ciências, matemática e leitura.

Figura 2 - Comparativo educacional dos países.



Fonte: (MARTINS, 2016 – Adaptada).

Esses resultados nada mais são do que reflexos de como os alunos estão sendo apenas passados adiante devido a mal infraestrutura de muitas escolas e professores com pouco preparo, uma vez que, em alguns casos, professores ainda utilizam aulas tradicionais como instrumento para a aprendizagem fazendo com que muitos alunos, futuros ingressantes do ensino médio, se deparem com muitos obstáculos na aprendizagem de ciência e química.

Desta forma, há uma série de fatores que podem contribuir com esses resultados. A literatura aponta que:

A junção destes dois fatores, formação inadequada de docentes e precariedade na estrutura física, é indicativa das causas da baixa qualidade do ensino, mas não constitui a única causa. Há, para além destas duas questões, uma série de outros pontos relevantes que tornam o ensino um desafio à sociedade brasileira, como a universalização do acesso à escola, maiores investimentos políticos e pedagógicos nos cursos de licenciatura, formação continuada e valorização de professores em relação à remuneração e à equiparação com demais profissionais com formação universitária, estrutura física básica das escolas e, por fim, a própria desigualdade social que estabelece barreiras aos estudantes de baixa renda. (SILVA *et al*, 2017, p.292).

Embora inúmeras causas possíveis de um ensino com muitas dificuldades, o professor é capaz de se adequar às necessidades escolares organizando sua prática docente de modo a tornar possível um melhor ensino.

Raber (2015) afirma:

Sendo assim, é necessário que o professor planeje o ensino, priorizando o avanço dos conceitos científicos para que o estudante dê continuidade ao processo de aprendizagem do conteúdo, resultando, de fato, em uma aprendizagem significativa. (RABER *et al.*, 2015, p.65).

Torna-se possível obter bons resultados, com relação ao aprendizado, através de professores bem preparados e com um avançado conteúdo científico de ciências para que os alunos cheguem ao ensino médio familiarizados com o ensino de química conseguindo usufruir do processo de aprendizagem alcançando um conhecimento significativo.

3.1.4 O Ensino da Ciência Química no Ensino Fundamental

O primeiro contato com a disciplina Química ocorre no 9º ano, de forma ainda introdutória, e divide-se espaço com a Biologia e a Física, incorporando assim o componente de Ciências dentro do conteúdo programático.

Devido às mudanças ocorridas no Ensino Fundamental que passou por um ensino tradicional até chegar ao modelo atual, o qual deixa de ser apenas uma transmissão de conhecimento de conteúdos e de teorias e passa a ser mais investigativos, buscando alcançar as competências e habilidades propostas nessa fase do ensino (BRITO, 2014, p.14).

No Ensino Fundamental há uma organização quanto aos seus eixos temáticos os quais estão da seguinte forma: Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde e Tecnologia e Sociedade (BRITO, 2014, p.16). Esses eixos temáticos facilitam ao professor interligar cada tema para que possa trabalhar a partir do seu plano de ensino. Brasil (1998) utiliza da seguinte argumentação:

“Os eixos temáticos foram elaborados de modo a ampliar as possibilidades de realização destes Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, com o estabelecimento, na prática de sala de aula, de diferentes sequências de conteúdos internas aos ciclos; o tratamento de conteúdos em diferentes situações locais e o estabelecimento das várias conexões: entre conteúdos dos diferentes eixos temáticos, entre esses e os temas transversais e entre todos eles e as demais áreas do ensino fundamental. Tais conteúdos podem ser organizados em temas e problemas para investigação, elaborados pelo professor no seu plano de ensino. Com isso, não se propõe forçar a integração aparente de conteúdos, mas trabalhar conhecimentos de várias naturezas que se manifestam inter-relacionados de forma real” (BRASIL, 1998, p.138).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) 1998, deve-se abordar a questão ambiental trazendo a natureza e sua conservação para o centro, retendo maior atenção. A organização e o planejamento dos temas propostos pelo PCN de Ciências Naturais facilitarão a investigação de problemas e a interdisciplinaridade (BRASIL, 1998, p.138).

Para isso, o “conteúdo programático deve priorizar a vivência do aluno, fazendo referência ao seu cotidiano utilizando exemplos que façam essa relação, isso acaba reforçando e incentivando o aluno a estudar química” (POZO e CRESPO, 2009, p.44). Com o objetivo de alcançar uma boa formação do aluno, porém a teoria e a prática precisam caminhar juntas para tornar a aprendizagem mais instigante e motivadora (GUIMARÃES, 2009, p.03). Assim o aluno terá o prazer em aprender e não o fará só por conveniências.

3.2 Os processos de ensino e aprendizagem: Teorias e Teóricos de Base

O processo de ensino, na sua conjectura, envolve uma série de pensamentos que fundamentam os métodos utilizados para promover a aprendizagem. Na busca de elucidar como o ensino e a aprendizagem estão correlacionados e, portanto, como estes podem ser efetivados nos diversos níveis de ensino, alguns teóricos propuseram trabalhos que norteiam e fundamentam pensamentos metodológicos da educação.

3.2.1 A contribuição de Jean Piaget: Os estágios Cognitivos

Entender como ocorre o processo de aprendizado nos níveis de ensino é importante, uma vez que, por meio dele é que ocorre a construção do conhecimento. Uma das maiores contribuições desse tema é de Jean Piaget (1896-1980), formação inicial em biologia e dedicou-se na Psicologia construtivista realizando pesquisas baseadas na observação sistemática, no método clínico, epistemologia genética e na Teoria do desenvolvimento cognitivo. (MUNARI, 2010, p.12).

Segundo Manuri (2010) baseado nos estudos de Piaget, existem seis níveis de inteligência dos estágios do desenvolvimento cognitivo (Figura 3), são eles o sensório-motor que vai da faixa etária de (0 a 2 anos), a qual a inteligência assume a forma de ações motoras, o estágio pré-operacional (3 a 7 anos), a qual a inteligência é de natureza intuitiva, operacional concreto (7 a 11 anos) que é lógica dependendo de referências concretas, operacional formal (12 aos 15 anos) requer pensar envolve abstrações (MANURI, 2010, p. 133 a 139), a qual a presente pesquisa restringirá suas análises.

A partir dos níveis de inteligências postulados por Piaget e discutidos por Manuri, observa-se que o nível de inteligência Operacional Formal vem ao encontro do objeto da pesquisa de autores, é o estágio em que o aluno já tem seu raciocínio, agora ele consegue fazer cálculos matemáticos e ter melhor percepção em que estar envolvido.

Figura 3 - Níveis do Desenvolvimento Cognitivo de Jean Piaget.



Fonte: (CHERRY, 2020 – Adaptada).

Segundo Díaz (2011), a partir das percepções de Piaget, o meio apresenta situações de conhecimento que exige da criança determinado nível de informações que naquele momento ela não dispõe de forma a resolver determinada situação, obrigando-a, assim, a aprender um dado conhecimento para adaptar-se a tal situação: dar a resposta adequada ou, no caso inverso, a não dar a resposta certa e, portanto, manter o conflito (querer responder e não poder) e ainda não adaptar-se a essa situação até alcançar o nível de resposta correspondente (DÍAZ, 2011, p.12).

Piaget (1949) com suas teorias demonstrou como ocorre esse processo de aprendizagem relacionando o estágio cognitivo com a ação, para ele o conhecimento é adquirido através da relação do sujeito e o objeto, ou seja, é necessária a participação direta do aluno para que ele construa por si mesmo aquilo que necessita aprender, com relação a esse domínio Piaget ressalta:

Não se aprende a experimentar simplesmente vendo o professor experimentar, ou dedicando-se a exercícios já previamente organizados: só se aprende a experimentar, tateando, por si mesmo, trabalhando ativamente, ou seja, em liberdade e dispondo de todo o tempo necessário (PIAGET, 2009, p.39 *apud* MUNARI, 2010, p.18).

Contribuindo com o ensino de ciências naturais ressalta que cada criança e adolescente tem um grande potencial a ser desenvolvido, mas vai depender dos meios usados para ativar isso em cada aluno.

Segundo Piaget (1952):

Aqueles que, por profissão, estudam a psicologia das operações intelectuais da criança e do adolescente sempre se surpreendem com os recursos de que dispõe todo aluno normal, desde que se lhe proporcionem os meios de trabalhar ativamente, sem constrangê-los com repetições passivas. (...) desse ponto de vista, o ensino das ciências é a educação ativa da objetividade e dos hábitos de verificação (PIAGET, 1952, p. 33).

A contribuição de Piaget, portanto, permite compreender os estágios do desenvolvimento associados a educação, concluindo que para cada estágio é possível elencar diversos meios de trabalhar o desenvolvimento do indivíduo.

3.2.2 Concepções de Vygotsky e Wallon: as relações do social na aprendizagem

Outro teórico que vem contribuir juntamente com a teoria de Piaget, mas por meio de suas concepções é Lev Vygotsky (1896-1934), para ele o social seria o determinante no aprendizado assim como também questões econômicas e culturais.

Rocha (2014) a partir das observações de Vygotsky que também destacava essa inter-relação, complementando essa proposta de aprendizagem defendida por Piaget, no entanto para Piaget o aprendizado se dá por meio da relação entre o indivíduo e o social.

Vygotsky levantou a questão da relação entre ensino e a aprendizagem escolar e desenvolvimento cognitivo. Ele fala muito da escola, dos professores e da interação pedagógica. Para Vygotsky, a criança nasce inserida num meio social, que é a família, e é nela que constitui as primeiras relações com a linguagem no intercâmbio com os outros.

Como destacado por Pino Sirgado (2000):

[...] a existência social humana pressupõe a passagem da ordem natural para a ordem cultural. Discutir a natureza do social e a maneira como ele se torna constitutivo de um ser cultural é, sem dúvida alguma, um detalhe muito importante na obra de Vygotsky [...]. (SIRGADO, 2000, p. 47).

Para Vygotsky o desenvolver-se está definido pela interiorização de instrumentos e signos, Vygotsky diz que o aprendizado dirigido para níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.42).

Esse teórico ressalta a importância dos professores e a escola nesse processo de aprendizagem, disso resulta uma interação social e o modo como o docente irá transmitir seu conhecimento que fará a diferença na vivência do aluno, isso depende da riqueza no sistema de signos e como são transmitidos. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.43).

A zona de desenvolvimento proximal proposto por Vygotsky é o conceito que mais repercuti na esfera educacional, para ele cada criança possui um desnível intelectual e necessitaria de um adulto para lhe auxilia em tarefas a qual ela sozinha não conseguiria realiza por estar acima de seu nível de desenvolvimento. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.42).

Assim, a noção de zona de desenvolvimento proximal capacita-nos a propor uma nova fórmula, a de que o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.42).

Desta forma a escola tem um papel relevante nessa perspectiva como sendo o meio que proporcionará esse desenvolvimento. Para Vygotsky:

[...]o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas[...] (VYGOTSKI, 2003, p. 118).

Desta forma, o objetivo geral da educação, na perspectiva vygotskyana, seria o desenvolvimento da consciência construída culturalmente, ou seja, o indivíduo sofre influência direta da cultura, da economia e da sociedade para seu desenvolvimento.

Outro teórico que também defendia essa questão era Henri Paul Hiacynthe Wallon (1879- 1962), filósofo, médico, psicólogo e político, dedicou-se compreender os conjuntos de características humanas, em especial a da criança atrelando a evolução da mesma com a educação. (GUEDES, 2007, p.02).

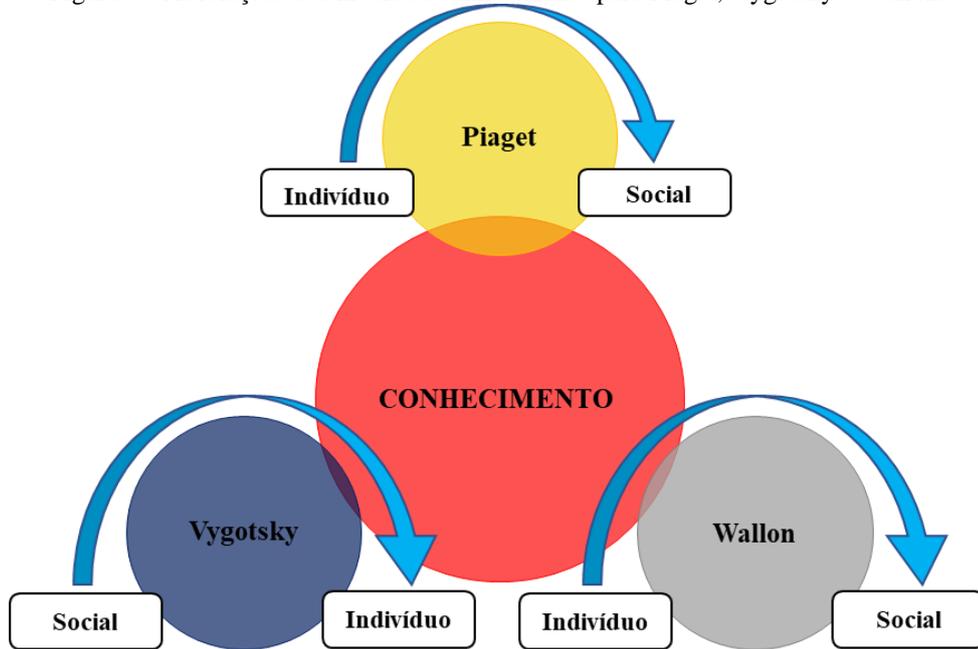
Wallon deixou sua contribuição elaborando uma teoria sobre o desenvolvimento humano para que viesse contribuir com a educação. Sendo Psicogenética, necessariamente sociocultural e relativista, com forte lastro orgânico, a teoria de Wallon considera o desenvolvimento da pessoa completa interligada ao meio em que está imersa, com os seus aspectos afetivo, cognitivo e motor também integrados. (CERISARA, 1997, p.49).

Henri Wallon (1995) afirma que o desenvolvimento é um processo contínuo e que a afetividade e cognição mudam conforme o cotidiano do indivíduo. O psicólogo acreditava que a cada momento do estágio de desenvolvimento da criança o conjunto de estímulos e o meio

ao qual se insere não é o mesmo, pois é composto por tudo que possibilita os procedimentos de que a criança dispõe (WALLON, 1995).

De acordo com os teóricos, cada um a seu próprio entendimento, defendiam que o conhecimento era adquirido pelo indivíduo por meio de uma ligação. Para melhor compreensão a Figura 4 expressa esse pensamento defendido por; Piaget, Vygotsky e Wallon.

Figura 4 - As relações dos níveis de conhecimento para Piaget, Vygotsky e Wallon.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

Para Piaget o conhecimento acontece do indivíduo para o social, ou seja, necessariamente não se precisava do meio, dependendo diretamente do indivíduo, já para Vygotsky e Wallon o conhecimento ocorria tendo interferência direta do meio, ou seja, do social, da cultura e política.

Cada teórico aqui mencionado participou de forma positiva para o avanço educacional e vem contribuindo até hoje, auxiliando no ensino e na aprendizagem, não só esses como muitos outros que não foram mencionados. Essas teorias influenciam diretamente no aprendizado de ciências e vem provocando percepções necessárias para a construção do conhecimento.

3.2.3 David Ausubel e a Aprendizagem Significativa

Na esfera educacional uma das maiores preocupações é fazer o aluno adquirir uma aprendizagem significativa (AS). Essa teoria foi primeiramente defendida pelo psicólogo

norte americano David P. Ausubel (1918 - 2008), médico, especializado em psiquiatria. Professor da Universidade de Colúmbia, em Nova Iorque.

A teoria ausubeliana trata da relação que o aluno pode fazer com aquilo que ele traz consigo com o conhecimento recebido. Segundo Ausubel:

Defende que o principal processo de aprendizagem significativa é por recepção, não por descoberta. E, contrariamente a muitos outros autores, argumenta que a aprendizagem significativa por Recepção não é um processo passivo. Pelo contrário, é, necessariamente, um processo ativo, que exige ação e reflexão do aprendiz e que é facilitada pela organização cuidadosa das matérias e das experiências de ensino. (AUSUBEL, 2000, p.7).

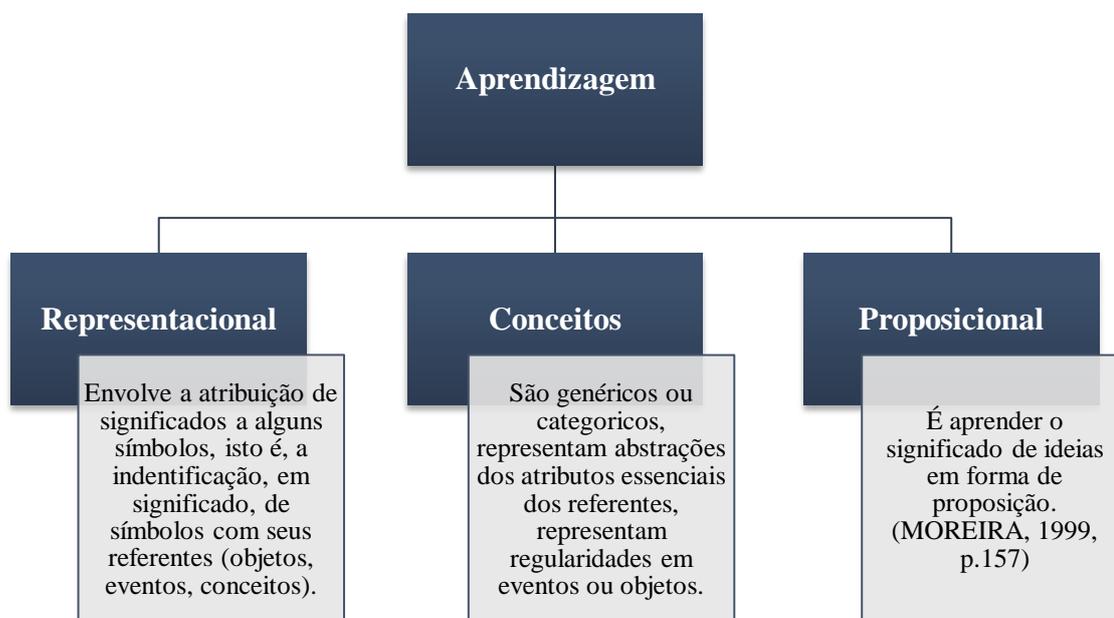
Aprendizagem é significativa quando novos conhecimentos passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de esclarecer situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver dificuldades novas, enfim, quando compreende. (MOREIRA, 2003, p.02).

O aprendiz em sua estrutura cognitiva possui conceitos importantes e as novas informações deve se atrelar a elas para adquirir conhecimento. Isso só é possível por meio de material potencialmente significativo que são: Figura, imagem conceito, princípio e etc. (YAMAZAKI, 2008, p.03).

Contudo, para Ausubel, ainda há a preocupação de que os estudantes estejam dispostos a relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva, caso contrário, a aprendizagem será meramente mecânica, mesmo que o material seja potencialmente significativo da mesma forma se o estudante estiver disposto a aprender nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo. (MOREIRA, 1999, p.156).

Existe três tipos de aprendizagem significativas diferenciados por Ausubel: representacional, de conceitos e proposicional (Figura 5). Como conceituados por Moreira 1999.

Figura 5 - Os tipos de aprendizagem de Ausubel.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

Pode-se observar que cada aprendizagem pode ser atrelada ao objeto de estudo por meio da intervenção através do experimento utilizado na pesquisa, mais diretamente da aprendizagem representacional e de conceitos pois foi utilizado diversos objetos e conceitos para que fosse possível o alcance da aprendizagem significativa utilizando métodos para que se constatasse tais resultados.

A forma que pode ser constatada essa AS é através da avaliação, com isso, o professor saberá se o aluno conseguiu alcançar uma aprendizagem eficaz, como ressaltado por Smole, 2019:

[...] nestes momentos que o professor pode perceber se os alunos estão ou não se aproximado dos conceitos e habilidades considerados importantes, localizar dificuldades e auxiliar para que elas sejam superadas por meio de intervenções, questionamentos, informações complementares e, novos caminhos que levem à aprendizagem. Em razão disso, a avaliação nunca deveria ser referida a um único instrumento, nem restrita a um só momento, ou a uma única forma. Somente um amplo espectro de múltiplos recursos de avaliação pode possibilitar canais adequados para a manifestação de múltiplas competências e de redes de significados, fornecendo condições para que o professor, analise, provoque, acione, raciocine, emocione-se e tome decisões e providências junto a cada aluno (SMOLE, 2019, p. 3).

Desta maneira, o professor precisa estar atento a sua própria ação, buscando atualização dos seus conhecimentos e sua metodologia, buscando planejar melhor suas aulas

utilizando os diversos recursos disponíveis contribuindo adequadamente de forma satisfatória na transmissão desse conhecimento ao aluno (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2011, p.8).

A experimentação aplicada em sala de aula tem sido muito utilizada pelos professores que se preocupam com a aprendizagem de cada educando mas não pode ser uma mera ação, precisar ter um significado para o educando e por meio dessas aprendizagens é possível se obter um bom resultado de transmissão do conhecimento.

3.2.4 O processo de ensinar e de aprender a partir das representações de Skinner com o estímulo e resposta

O Behaviorismo, teoria e estudo que se baseava na análise do comportamento, foi introduzido primeiramente por John Watson (EUA, 1878-1958), mas o teórico aqui a ser mencionado será Burrhus Frederik Skinner (1904- 1990), psicólogo americano, que em sua teoria analisava as consequências e fatores que norteavam o comportamento. (BRAGA *et al*, 2014. p.01).

Skinner foi o teórico behaviorista que mais influenciou o entendimento do processo ensino-aprendizagem e a prática escolar. No Brasil, a influência da pedagogia tecnicista remonta à segunda metade dos anos 50, mas foi introduzida mais efetivamente no final dos anos 60 com o objetivo de implantar a escola nos padrões de racionalização do princípio de produção capitalista. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.21).

Skinner se apropriou da experimentação para obter resposta para a sua pesquisa, eram realizadas com animais em laboratório, a conhecida “Caixa de Skinner”, fazia suas observações analisando o comportamento e ação dos animais. Skinner conceitua o comportamento como sendo difícil e complexo, um processo que possui dificuldades para a sua observação por não ser algo que se possa mobilizar.

Conforme Skinner 2003:

O comportamento é uma matéria difícil, não porque seja inacessível, mas porque é extremamente complexo. Desde que é um processo, e não uma coisa, não pode ser facilmente imobilizado para observação. É mutável, fluido e evanescente, e, por esta razão, faz grandes exigências técnicas da engenhosidade e energia do cientista. Contudo, não há nada essencialmente insolúvel nos problemas que surgem deste fato. (SKINNER, 2003, p.16).

A concepção sobre a aprendizagem está relacionada na questão do desempenho modificado, o ensino precisa organizar de modo eficiente o que venha a propiciar uma boa

execução, ou seja, estimular o aluno a aprender de modo que não sai da aprendizagem diferente de como entrou.

De acordo com Ostermann e Cavalcanti (2011) sobre o ensino:

O ensino é um processo de condicionamento através do uso de reforçamento das respostas que se quer obter. Assim, os sistemas instrucionais visam o controle do comportamento individual face a objetivos pré-estabelecidos. Trata-se de um enfoque diretivo do ensino, centrado no controle das condições que cercam o organismo que se comporta. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.21).

Os métodos de ensino incidem nos procedimentos e técnicas necessários ao arranjo e controle das condições ambientais que garantem a transmissão/recepção de informações.

O professor deve, primeiramente, modelar respostas apropriadas aos objetivos instrucionais e, acima de tudo, conseguir a conduta adequado pelo controle do ensino (através da tecnologia educacional). As etapas básicas de um processo de ensino aprendizagem na perspectiva de Skinner são:

- Estabelecimento de comportamentos terminais, através de objetivos instrucionais;
- Análise da tarefa de aprendizagem, a fim de ordenar sequencialmente os passos da instrução;
- Executar o programa, reforçando gradualmente as respostas corretas correspondentes aos objetivos. (OSTERMANN e CAVALCANTI, 2011, p.22).

Com relação ao Estímulo e Resposta, qualquer fato do meio torna-se um estímulo se for seguido de uma resposta, ou seja, entre o estímulo e a resposta há uma estrutura que é o homem que intermedia essa ação e reação. Skinner conceitua da seguinte forma:

O agente externo veio a ser denominado estímulo. O comportamento por ele controlado denominou-se resposta. Juntos compreendem o que foi chamado um reflexo. (SKINNER, 2003, p.51).

Skinner já afirmava que uma nova reformulação era necessária na educação, devido ao que estava vigente não tinha resultados efetivos devido o método do ensino não ter sido foco da intervenção.

Para ele a aprendizagem se concentra na capacidade de estimular ou reprimir comportamentos desejáveis ou indesejáveis, dessa forma deixando sua contribuição para a educação, para a Química através da metodologia experimental a qual envolve o aluno buscando alcançar uma resposta, que é o entendimento sobre determinado conteúdo, o que se pode melhor expressar a seguir:

Figura 6 - Estímulo e resposta de Skinner.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

Para Skinner o estímulo é qualquer acontecimento que leva a uma determinada reação, assim sendo, o experimento serve de estímulo para a aprendizagem do aluno (Figura 6). Espera-se uma resposta positiva, contudo, é necessário que seja atrelado ao objetivo neste ensino.

3.3 As formas de ensinagem diferenciadas com a utilização de experimentação e materiais alternativos como estímulo

Buscar recursos diferenciados para promover a educação envolve estudo e pesquisa constante por parte de quem a promove. A ensinagem ocorre quando há ações de ensinar e aprender em um processo contratual entre professor e aluno, que é efetivada com maior rendimento quando há ferramentas que promovam o estímulo aos alunos. Uma destas ferramentas em destaque é a experimentação no ensino de Ciências.

A experimentação teve um papel de importância no desenvolvimento de uma proposta de metodologia científica, baseando-se na racionalização, indução e dedução, a partir do século XVII. (SILVA, 2016, p.14). Ela proporciona um melhor ensino e na relação professor – aluno possibilita uma troca de conhecimento como ressaltado por Salesse 2012:

Ela permite que os alunos manipulem objetos e ideias e negociem significados entre si e com o professor durante a aula. É importante que as aulas práticas sejam conduzidas de forma agradável para que não se tornem uma competição entre os grupos e, sim, uma troca de ideias e conceitos ao serem discutidos os resultados. (SALESSE, 2012, p.17 e 18).

A experimentação surge como um recurso que propõe auxiliar o professor para que sua transmissão de conhecimento seja melhor fixada, pois quando os alunos vivenciam essa

prática acabam absorvendo melhor os assuntos através da comprovação experimental. Segundo Souza (2013):

A experimentação é elemento de dialogia entre o aprendiz e os objetos de seu conhecimento. Ela se configura, assim, num convite à ação, seja ela material, discursiva ou mental. A ação discursiva, que deveria acompanhar toda atividade prática, é o instrumento da mediação entre o plano da materialidade e o plano mental. (SOUZA, 2013, p.14).

Contudo, para que a experimentação alcance os objetivos pretendidos com seu emprego nas aulas, o professor precisar aprimorar -se e ter segurança com relação aos conteúdos de Química e mostrar ao aluno que são apenas continuidade das aulas teóricas.

Como ressaltado por Souza (2013):

Só que para implantar a utilização de aulas de experimentação é necessário que o professor tenha em mente que essas não são aulas para matar o tempo, como são encaradas por muitos alunos e professores, é necessário ressaltar perante a turma que elas são uma sequência da aula expositiva e têm uma importância igual ou maior que essa, pois é nesse momento que vai ser observado o acontecimento do fenômeno estudado, sendo possível ver que detalhes que até ali não tinham a menor valia passam a ser de primordial importância para a sua ocorrência. (SOUZA, 2013, p.20).

A experimentação vem contribuindo significativamente para um elevando crescimento científico e tecnológico, sua utilização cada vez mais é indispensável para a transmissão do saber químico.

Na ausência de espaço estruturado em ambientes de educação formal recorrente nas escolas públicas, uma alternativa é a utilização de matérias de baixo custo para mediar o processo de ensinar e aprender os conteúdos de química de maneira onde haja a relação dicotômica entre teoria e prática, contudo, existem outros fatores que levam a necessidade de utilização de uma metodologia diferenciada, entre esses fatores os mencionados por Barbosa e Jesus:

Um dos motivos agravantes para a não realização das atividades experimentais de Ciências nas instituições educacionais é o alto custo dos materiais, equipamentos laboratoriais e também o fato de alguns educadores se utilizarem destas atividades de forma equivocada, não levando em consideração os importantes indicadores relacionados ao aluno, como o seu conhecimento pessoal dentro da sua perspectiva social e cultural. E por fim terminam não contribuindo para uma aprendizagem significativa, mas sim, para uma mera transmissão de conteúdos (BARBOSA e JESUS, 2009, p.01).

Uma maneira de tornar realidade essa metodologia em sala de aula é o uso de materiais alternativos, com isso muitos professores se aliam a essa alternativa que viabiliza a ministração dessa aula experimental.

É de total importância a adaptação e colocação das experimentações em um contexto social, ter em vista transcender a simples concretização de observações e técnicas, atributos do ensino das ciências e dos métodos científicos (BARBOSA e JESUS, 2009, p.01).

O uso de materiais alternativos no ensino de Química serve para que o aluno descubra o mundo que o cerca, e entenda que não são apenas com materiais previamente preparados como reagentes, soluções, vidrarias, destiladores que se pode entender e estudar a parte experimental da Química, mostrando que isso é possível por meio da utilização de matérias de baixo custo.

Para superarmos as limitações dos laboratórios de nossas escolas que, quando existem são em um pequeno espaço, totalmente desequipado, buscamos desenvolver nas aulas práticas, experimentos de baixo custo, através da utilização de materiais alternativos. As aulas que antes não eram realizadas devido à impossibilidade de recursos materiais são apresentadas aqui como alternativa de superação dessa limitação através do uso do material alternativo (PEREIRA, 2013, p.01).

Os materiais alternativos têm proporcionado a muitos sair do abstrato das aulas teóricas tornando o aprendizado mais prazeroso, o aluno não é mais aquele que apenas decorava agora ele quer saber como a reação acontece, ou seja; ele quer que as coisas façam sentido para seu aprendizado.

De acordo com Barbosa e Jesus:

Nesse aspecto, as atividades experimentais podem ser úteis às necessidades de melhoria do processo ensino aprendizagem, quando bem elaboradas e bem utilizadas com objetivos claros, voltados para uma perspectiva social do aluno envolvendo e evidenciando os problemas do seu cotidiano. (BARBOSA e JESUS, 2009, p.01).

A busca por ensinar e aprender de forma diferenciada se faz necessária, pois ela vem tornando o ensino cada vez mais significativo para o aluno, não tem como tirar da Química essa parte experimental, e a falta dessa metodologia tornou a matéria o terror de muitos alunos devido a sua alta complexidade. Só o que pode contornar esse quadro é a incrementação dessa metodologia por parte dos docentes, conforme Pereira 2013:

Diante deste quadro, cria-se a necessidade de utilizar formas alternativas de ensino sempre tentando despertar o interesse, o raciocínio e o entendimento dos conceitos químicos. (PEREIRA, 2013, p.01).

Na atualidade, se faz necessário a utilização de meios que propicie um melhor aprendizado para o aluno, com tudo o professor precisa estar preparado para fazer uso dessa ferramenta, sempre buscando relaciona com aquilo que o aluno já traz consigo, o experimento não pode ser aquele com os resultados pré-estabelecidos como destacado por Romero 2013:

[...] a aplicação de experiências na sala de aula não deve seguir o padrão “receita de bolo”, onde apenas os reagentes são misturados obtendo-se os resultados já esperados e, caso alguma experiência traga resultados errôneos, esses são descartados. (ROMERO, 2013, p.75).

Desta forma o professor ao utilizar essa metodologia a experimentação, deve ter um objetivo, alcançar através dele um aprendizado significativo no aluno, tornando-se um mediador para transferência de conhecimento. Essa metodologia serve para incrementar as aulas utilizando-a como materiais de apoio.

3.3.1 O material alternativo: um apoio de baixo custo e fácil acesso

Materiais alternativos são recursos encontrados no cotidiano que podem ser utilizados como ferramentas didáticas, cujas principais características destacam-se o fato de serem de baixo custo e de fácil aquisição. (SANTANA, 2018, p.01).

Sua utilização e importância é ressaltada por Santana, 2018:

Esses materiais podem ser empregados como ferramentas de apoio no processo ensino- aprendizagem sustentando a teorização de alguns conceitos fundamentais de maneira prática e experimental sem perder de vista a importância da fundamentação científica do conteúdo ensinado. (SANTANA, 2018, p.01).

Os materiais alternativos devem ser utilizados de forma que esteja atrelado a aula teórica, ou seja, a teoria precisa estar aliada a prática para que quando demonstrado o experimento pelo professor ou realizado pelo aluno, ele consiga confirmar suas ideias ou organizá-las, como ressaltado por Salesse 2012:

A utilização de métodos diversificados com aulas práticas bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em química, podemos incluir demonstrações feitas pelo professor e experimentos realizados pelo próprio aluno buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, cuja interpretação leve a elaboração de conceitos, sendo importantes na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar suas ideias ou então reestruturá-las.(SALESSE, 2012, p.11).

É importante que o professor leve para a sala de aula recursos que estimulem a participação, e despertem a curiosidade dos alunos, levando-os a participar da aula para aprimorar os conhecimentos científicos já adquiridos. (SOUZA, 2013, p. 12 e 13).

Segundo Bizzo 2002:

[...] o experimento, por si só não garante a aprendizagem, pois não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante do professor, que devem pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e propor-se necessário, uma nova situação de desafio. (BIZZO, 2002, p.75).

Os materiais alternativos são utilizados como apoio no processo de ensino aprendizagem, devido ser de baixo custo viabilizando essa metodologia como ressaltado por Santana (2018):

Esses materiais podem ser empregados como ferramentas de apoio no processo ensino- aprendizagem sustentando a teorização de alguns conceitos fundamentais de maneira prática e experimental sem perder de vista a importância da fundamentação científica do conteúdo ensinado. Com relação ao ensino de Ciências/Química existem alguns problemas que dificultam a construção do conhecimento por parte dos alunos, como a falta de experimentação, que impossibilita aos educandos poder conhecer e ampliar informações relevantes acerca dos conteúdos que estão sendo ministrados. (SANTANA *et al*, 2018, p. 01).

Existe uma série de experimentos de Químicas elaborados a partir de materiais alternativos (Tabela 1), com a finalidade de promover a aprendizagem, mostrando ao aluno que ele pode encontrar no seu cotidiano aquilo que vai proporcionar-lhe conhecimento, possibilitando a realização do experimento sem precisar de um laboratório, sendo possível a realização em sala de aula.

Tabela 1 - Relação de utensílios de laboratório e materiais alternativos.

<p style="text-align: center;">Béquer</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: studioVin / Shutterstock.com</p>	<p style="text-align: center;">Copo tipo Seleta</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: superprix.com.br</p>
<p style="text-align: center;">Funil</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Matthew Cole / Shutterstock.com</p>	<p style="text-align: center;">Funil de Cozinha</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Freepik.com</p>
<p style="text-align: center;">Espátula</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Todamatéria.com.br</p>	<p style="text-align: center;">Colher</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Freepik.com</p>
<p style="text-align: center;">Proveta</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: DesignPrax / Shutterstock.com</p>	<p style="text-align: center;">Tubete</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: nembalagens.com.br</p>
<p style="text-align: center;">Papel filtro</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: quimicenter.com.br/</p>	<p style="text-align: center;">Filtro de Café</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: carrefour.com.br/</p>
<p style="text-align: center;">Pistilo e Almofariz</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: Studio 37 / Shutterstock.com</p>	<p style="text-align: center;">Cabo da Chave de Fenda e Tigela</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: mabore.com.br/</p>
<p style="text-align: center;">Frasco âmbar</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: didaticasp.com.br/</p>	<p style="text-align: center;">Vidro de Remédio</p>  <p style="text-align: center;">Fonte: npembalagens.com.br/</p>

Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

Pode-se observar que a relação dos objetos mencionados é de fácil acesso podendo ser encontrados em casa mesmo, facilitando assim a realização dos experimentos em sala de aula.

3.4 Aspectos teóricos da Atomística: Teoria Atômica de Dalton a Rutherford

Diante de sua essência fundamental, a Química é a ciência que destina seus estudos sobre a natureza da matéria, para Spencer, Bodner e Rickard (2000, p.1) ela estuda a composição, a estrutura e as propriedades das substâncias, bem como as reações que ocorrem e permitem a conversão em outras substâncias.

Perante dimensões microscópicas, estes estudos propõem ao ensino básico entender como é dada a constituição da matéria elencando trabalhos de cientistas sobre as descobertas do átomo, que no contexto é a menor partícula da matéria existente. Segundo Chang e Goldsby (2013, p.39) a partir do século XIX com a formulação da Teoria Atômica de Dalton, as ideias modernas sobre a estrutura da matéria começaram a tomar forma.

Impulsionado por uma crença preconizada no século V a.c pelo filósofo grego Demócrito, o qual acreditava que a matéria era constituída de pequenas partículas e indivisíveis, John Dalton em 1808 formulou sua definição a respeito do que seriam as pequenas partículas, denominada inicialmente de “átomos” (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.39).

Russell (1994) descreve que, Dalton propôs uma teoria que explicava algumas generalizações da química na época, a exemplo as leis da conservação das massas e da composição definida. Sustentado com base experimental, Dalton levantou as seguintes definições sobre a matéria:

- I. A matéria é constituída de partículas fundamentais, os átomos;
- II. Átomos são homogêneos e indivisíveis, não podem ser criados e nem destruídos;
- III. Os elementos são caracterizados por seus átomos. Todos os átomos de um dado elemento são idênticos em todos os aspectos. Átomos de diferentes elementos têm diferentes propriedades.
- IV. As transformações químicas são resultantes de uma recombinação de átomos;
- V. Os compostos químicos são formados de átomos de dois ou mais elementos em uma razão fixa. (RUSSELL, 1994, p.229),

No entanto, outros químicos propuseram novos estudos que permitiram identificar novas características nas definições de um átomo. Com o avanço dos estudos envolvendo eletricidade, novas perspectivas e conceitos foram definidos. A partir dos relatos do cientista inglês Michael Faraday sobre transformações químicas que poderiam ser causadas devido a

passagem de eletricidade por uma solução aquosa, outras experiências foram surgindo e comprovando que a matéria possuía uma natureza elétrica (BRADY e HUMISTON, 1986, p.66)

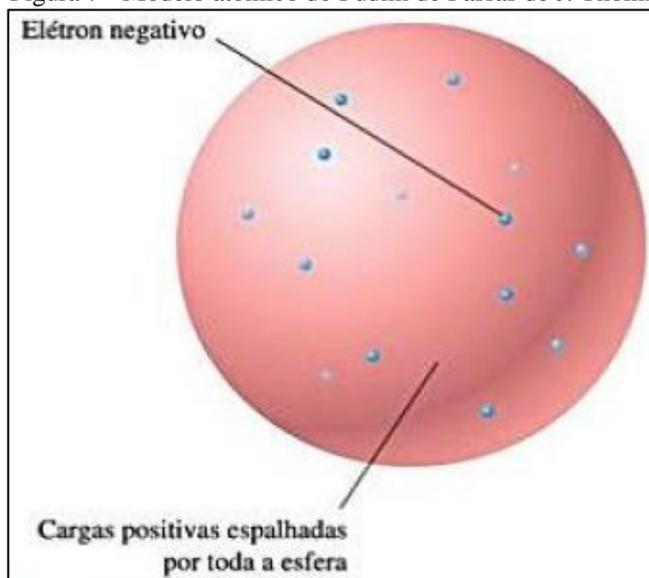
Segundo Russell (1994, p. 230) em 1850 surgiram os primeiros indícios, através de experimentos, de que átomos poderiam ser constituídos de partículas menores. O físico britânico William Crookes construiu um tubo de descarga de gás, denominado de tubo de Crookes, ou ainda, tubos de raios catódicos. Conforme Brady e Humiston (1986, p.66) estes tubos eram constituídos de vidro, totalmente vedados e com uma peça de metal em cada extremidade.

Quando submetido a uma alta voltagem através das peças de metais, chamadas de eletrodos, o ar residual existente no interior do vidro iluminava-se e uma corrente elétrica era observada (descarga elétrica) (BRADY e HUMISTON, 1986, p.66). Estas observações permitiram ao físico inglês J. J. Thomson (1887) demonstrar que o raio que passava no tubo poderia ser desviado se uma placa de metal carregada opostamente aproximasse. Diante deste resultado, concluiu Thomson que os raios (denominados de raios catódicos) eram constituídos de partículas carregadas negativamente.

Estudos de outros cientistas, como o americano Robert Millikan, colaboraram para que as pesquisas, na época, concluíssem que o átomo fosse constituído por uma partícula menor, estas denominadas por G. J. Stoney de elétron. A partir de então, com trabalhos colaborativos, Thomson e Millikan conseguiram deduzir quantitativamente as propriedades do elétron. Anos mais tarde, o alemão E. Goldstein usou um tubo de Crookes modificado e comprovou a presença de partículas positivas em um novo tipo de raio (RUSSELL, 1994, p.234).

Todas as evidências descobertas com a série de experimentos realizadas pelos cientistas da época deram a Thomson propriedades para sugerir um novo modelo atômico. Segundo Russell (1994, p.235) Thomson sugeriu que um átomo poderia ser uma esfera carregada positivamente com alguns elétrons incrustados, este modelo foi chamado de “pudim de passas” (Figura 7).

Figura 7 - Modelo atômico do Pudim de Passas de J. Thomson.



Fonte: (BROWN *et al.* 2016, p.48).

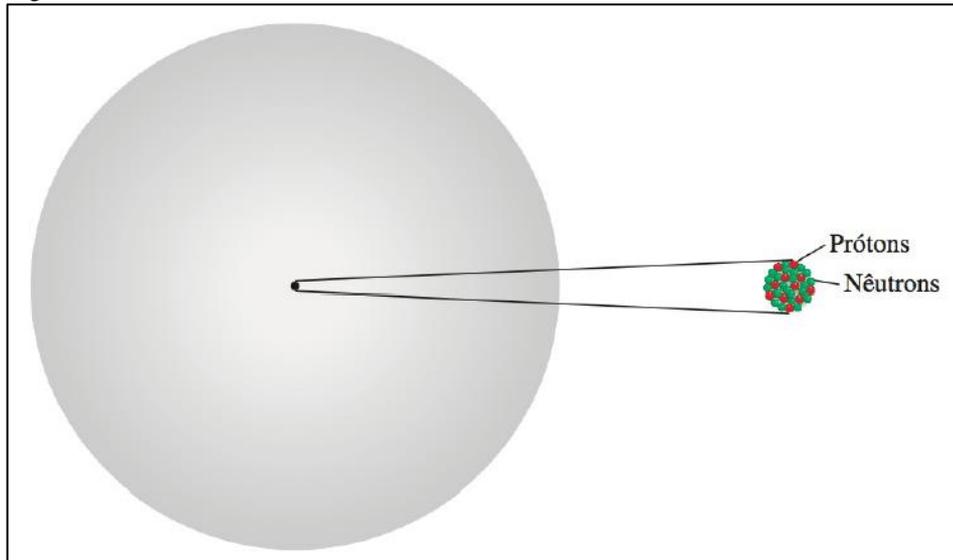
Depois da descoberta da radioatividade, no começo do século XX, um dos passos mais significativos no desenvolvimento da estrutura da matéria foi dado com os estudos de Ernest Rutherford. Segundo Spencer, Bodner e Rickard (2000, p.81) Rutherford se interessou em estudar as partículas alfa (α) e determinou que estas fossem absorvidas por uma lâmina delgada de um metal de alguns milímetros.

A trajetória esperada das partículas alfa era que passassem através da folha de metal sem sofrer nenhuma perturbação, tendo em vista o modelo de átomo conhecido até então. Rutherford ficou surpreso em saber por seus assistentes que uma pequena parte das partículas sofriam desvios no caminham e outras, em um número muito menor, percorriam trajetória exatamente oposta (BRADY e HUMISTON, 1986, p.72).

Estas observações permitiram concluir que o átomo era constituído de uma região com carga positiva, denominada a partir de então de próton, e muito densa onde concentrava-se maior parte da massa de um átomo, chama de núcleo (SPENCER, BODNER e RICKARD, 2000, p.83).

A partir de então, surge a proposta de um átomo nuclear, constituído de duas regiões, uma na qual estavam as partículas positivas e, posteriormente seriam descobertos a presença de outras partículas nesta região concentrando quase toda a massa de um átomo, e a outra região onde encontravam-se os elétrons com cargas negativas (Figura 8).

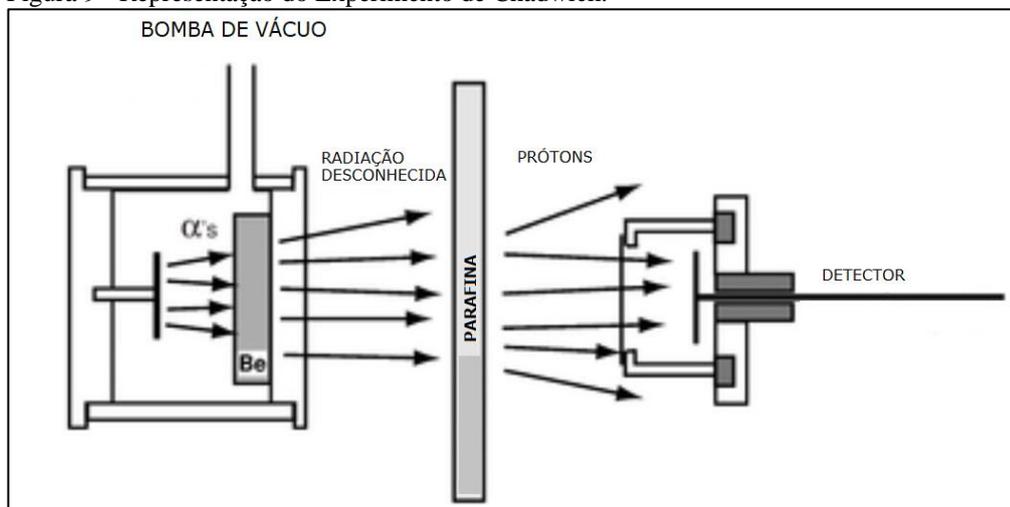
Figura 8 - Modelo atômico de Rutherford.



Fonte: (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.45).

Em 1932 o cientista inglês J. Chadwick bombardeou berílio com partículas alfa (Figura 9) e descobriu que no processo eram emitidas partículas altamente energéticas não carregadas e as chamou de nêutrons (BRADY e HUMISTON, 1986, p.72), com massa ligeiramente maior que a do próton, os nêutrons constituíam a última das partículas fundamentais de um átomo.

Figura 9 - Representação do Experimento de Chadwick.



Fonte: (KUPPERMANN, 2018 - Adaptada).

3.5 Modelo Atômico de Bohr: as concepções sobre a matéria microscópica

O avanço dos estudos sobre as propriedades da matéria elevou o patamar da física clássica ao de física moderna, ou ainda mais moderna, a mecânica quântica. Niels Bohr, que foi aluno de Rutherford, apropriou-se dos estudos da mecânica quântica para entender o comportamento da matéria e, assim, supor suas ideias sobre o átomo. Segundo Chang e Goldsby:

Em 1905, apenas cinco anos depois de Planck ter apresentado a teoria quântica, Albert Einstein usou essa teoria para resolver outro mistério da física, o efeito fotoelétrico, um fenômeno em que elétrons são ejetados da superfície de certos metais expostos à radiação de determinada frequência mínima, denominada frequência limite. O número de elétrons ejetados era proporcional à intensidade da radiação, o que não se verificava com as energias dos elétrons ejetados. Abaixo da frequência limite não eram ejetados quaisquer elétrons, por mais intensa que fosse a luz (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.281).

Chang e Goldsby (2013) corroboram ainda que Einstein sugeriu que um feixe de luz é, na realidade, um feixe de partículas, estas denominadas de fótons. Tomando fundamentos na teoria quântica de Max Planck, a qual em síntese propõe que a energia é quantizada, ou seja, transferida por pequenos pacotes definidos de energia (CHANG e GOLDSBY, 2013), Einstein deduziu que cada fóton deve possuir uma energia E , dada pela equação $E = h\nu$, em que ν é a frequência da radiação, h é a constante de Planck (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.281).

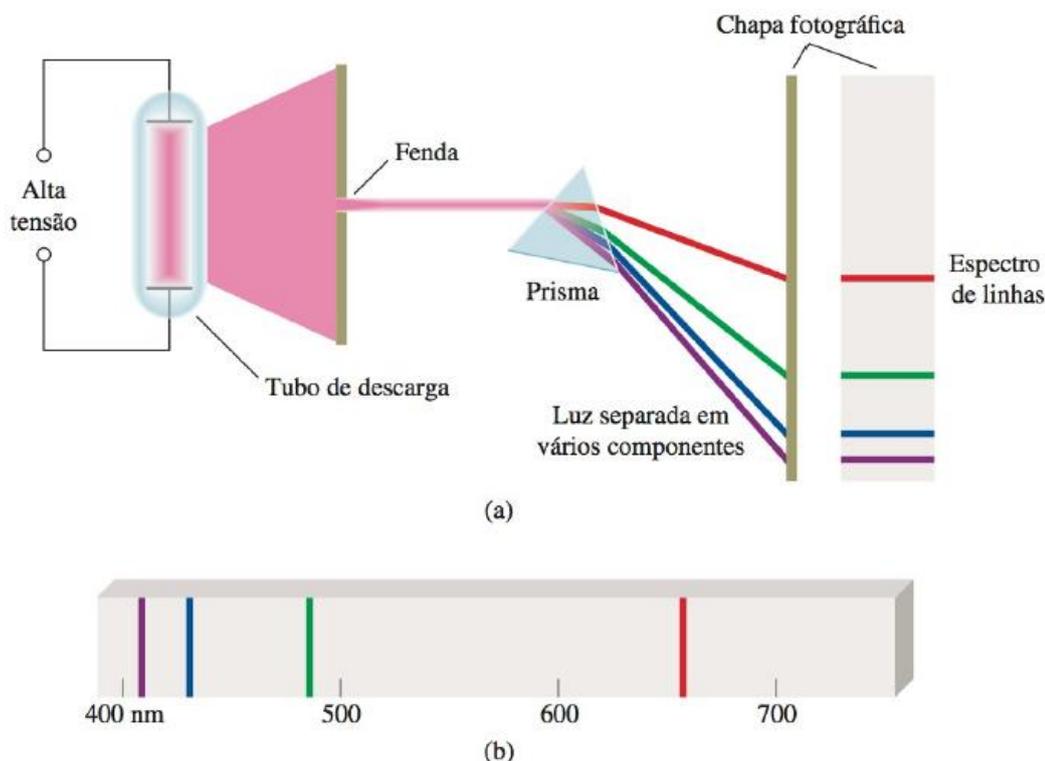
O trabalho de Einstein permitiu explorar e solucionar outro mistério da física clássica, os espectros de emissão dos átomos. Segundo Brady e Humiston (1986, p.78) *a chave que permitiu a dedução da estrutura eletrônica dos elementos foi uma análise da luz que os átomos emitem quando são energizados aquecendo-os em uma chama ou passando-se uma descarga elétrica através deles.*

Entendo melhor sobre os espectros, Brady e Humiston dizem que:

Se a luz solar, ou de uma lâmpada incandescente, for colimada, passando por uma fenda, em um feixe estreito e, posteriormente, atravessar um prisma, ao chocar-se com um anteparo, observa-se um arco íris. Este espectro é composto de luz visível de todos os comprimentos de onda e é chamado espectro contínuo. Todavia, se a fonte de luz é um tubo de descarga contendo um gás, tal como hidrogênio, o espectro projetado no anteparo consiste em um número de linhas[...]. Estas são a imagem da fenda, e o espectro é chamado de espectro de massa atômica ou espectro de linhas (BRADY e HUMISTON, 1986, p.80).

Diante das observações do comportamento do espectro de linhas do gás hidrogênio (Figura 10), Bohr postulou que o elétron só poderia ocupar determinadas órbitas com energias quantizadas (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.286). Contradizendo as leis da física clássica, o elétron em qualquer uma das órbitas não emitiria radiação, nem tampouco movimentar-se-ia em espiral a ponto de chocar-se com o núcleo.

Figura 10 - (a) Diagrama esquemático do espectro de emissão de átomos e moléculas. (b) Espectro de emissão de linhas dos átomos de hidrogênio.



Fonte: (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.285)

De fato, para Bohr, o que justificava as radiações do espectro de linha era a transição de um elétron energizado em uma órbita de maior energia à uma órbita de menor energia, liberando a energia excedente. Destarte, Bohr postulou sobre o átomo, segundo Spencer, Bodner e Rickard (2000, p.89):

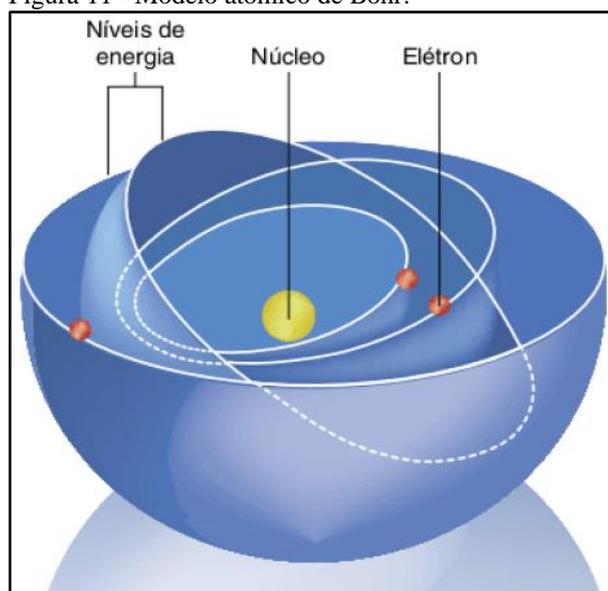
- I. A energia de um elétron é proporcional a sua distância do núcleo.
- II. É permitido apenas uma quantidade limitada de regiões, com certas energias. Em consequência, a energia do elétron em um átomo de hidrogênio está quantizada.
- III. Quando a luz é absorvida, um elétron passa de um estado de energia menor a outro de energia maior. A energia da radiação é igual a diferença entre as energias dos estados (estado excitado).
- IV. Se emite luz quando um elétron passa de um estado de maior energia, a um estado de menor energia.

Os postulados de Bohr concluíram então que o novo modelo de átomo, além de ser formado por duas regiões, núcleo e eletrosfera, esta última contém características de

quantização de energia, pois cada órbita possui energia definida e, portanto, estas órbitas são então denominadas de níveis de energia (Figura 11).

Qualquer absorção de energia excedente por um elétron no seu estado fundamental de energia, ocasionaria em uma mudança de nível energético, passando agora para um estado excitado. É nesta transição que Bohr justifica as linhas espectrais, pois, em um movimento retrógrado do elétron, passando ao seu estado fundamental, ele emite a radiação excedente na forma de fótons, ou pacotes de energia eletromagnética.

Figura 11 - Modelo atômico de Bohr.



Fonte: (JORGE e PELISSON, 2015, p.18)

Ao redor do núcleo, a região elétrica que, de acordo com a distância em relação ao núcleo, obtém um nível de energia específico que, portanto, caracteriza a órbita no seu estado quântico principal.

3.5.1 Espectro eletromagnético e os comprimentos de onda característicos.

As novas deduções do modelo de átomo, associadas aos conceitos da Mecânica Quântica, sobretudo, permitem explorar estudos sobre o comportamento óptico das substâncias químicas. Ressalta neste aspecto as possibilidades vislumbradas de explorar resultados e conclusões com análises a partir das radiações eletromagnéticas das substâncias.

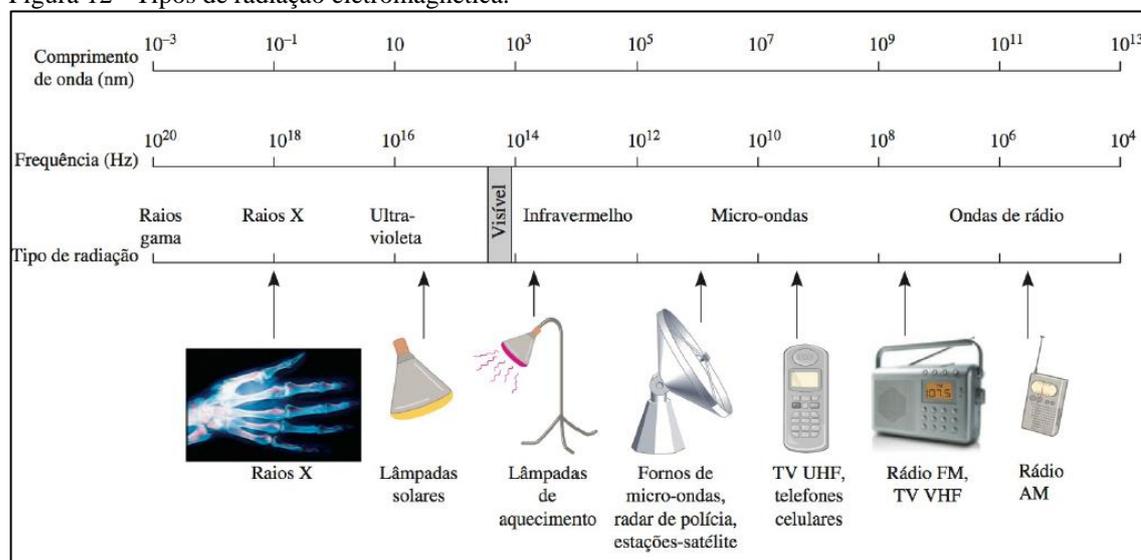
No que diz Skoog *et al* (2006, p.671) a radiação eletromagnética é uma forma de energia que é transmitida através do espaço a velocidades enormes. Em outras palavras, a radiação eletromagnética é uma onda com características específicas, como comprimento de

onda, frequência, velocidade e amplitude. A luz é um exemplo de radiação eletromagnética, que segundo Hage e Carr (2012, p.407) os cientistas modernos definem como uma onda de energia que se propaga no espaço por componentes de um campo magnético e um campo elétrico.

Skoog *et al* (2006) ainda ressalta que, dentro de um padrão, a luz tem características que estão dentro de faixas do ultravioleta visível (UV/Vis) e o Infravermelho (IV). A este padrão, Hage e Carr (2012, p.405) denominam de espectro de análise, que é o padrão que observa quando a luz é separada em suas diversas cores.

Ademais, Skoog *et al* (2006, p.674) corrobora com o conceito de Espectro Eletromagnético (Figura 12), uma faixa de energias (frequências, dada em Hz) e seus respectivos comprimentos de onda, que variam de aproximadamente 10^{20} Hz (raios γ) a 10^3 Hz (ondas de rádio).

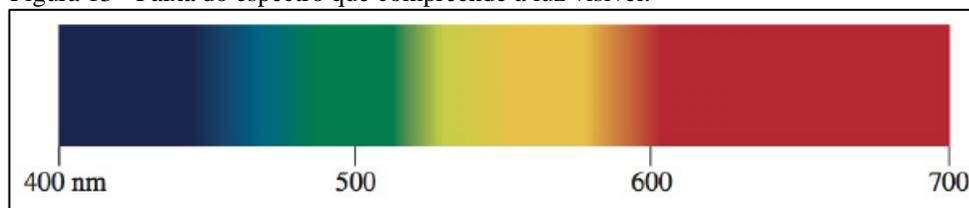
Figura 12 - Tipos de radiação eletromagnética.



Fonte: (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.280)

A luz compreende o espaço no espectro denominado de visível, que em uma visão mais ampliada (Figura 13), permite verificar a faixa de frequência para cores distintas.

Figura 13 - Faixa do espectro que compreende a luz visível.



Fonte: (CHANG e GOLDSBY, 2013, p.280)

Essas informações são imprescindíveis para fazer análises espectrométricas, que são estudos analíticos baseados na medida da quantidade de radiação produzida ou absorvida pelas moléculas ou espécies de interesse (SKOOG *et al*, 2006, p.670). Esta é uma ferramenta científica que possibilita interpretar diversos fenômenos, entre eles os que compreendem a participação da luz.

3.6 Modelo Padrão das partículas elementares

A cada descoberta e avanço dos conhecimentos a respeito da natureza da matéria, consequentes dúvidas surgem obrigando a comunidade científica, em seu ímpeto curioso, buscar novas informações e respostas dos mistérios intrínsecos. O Modelo Padrão das partículas elementares reúne uma série de deduções matemáticas que vão ao encontro de explicar teoricamente detalhes minuciosos da natureza da matéria.

O físico Gordan Kane (2003, p. 58) classifica o Modelo Padrão como a mais sofisticada teoria matemática sobre a natureza, a qual julga como uma teoria compreensiva que identifica as partículas básicas ou elementares, especificando como as interagem. As partículas verdadeiramente elementares dividem-se em *léptons* e *quarks*, no sentido de não possuírem estrutura interna. *Hádrons* são partículas que tem estruturas internas e podem ser constituídas por quarks *bárions* ou *mésons*.

Familiarizando-se a essas novas partículas, o elétron até então discutido é o *lépton* mais conhecido; já o próton e o nêutron são os *hádrons* mais familiares. Existem seis *léptons* (elétron, múon, tau, neutrino do elétron, neutrino do múon e neutrino do tau). Os *quarks* são seis (up (*u*), down (*d*), charme (*c*), estranho (*s*), bottom (*b*) e top (*t*). No entanto, os *quarks* apresentam uma característica de cor, podendo ser vermelho, azul ou verde, portanto, há 18 *quarks* (MOREIRA, 2009).

Cada partícula corresponde a uma antipartícula (MOREIRA, 2009), ou seja, existiram 12 *lépton* e 36 *quarks*, contudo, o avanço nos estudos em acelerados de partículas como *The Large Hadron Collider* (LHC) e o *Large Electron-Positron Collider* (LEP) da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), entre outros em desenvolvimento e atividade, já identificaram umas centenas de partículas elementares, entre elas, os *Bósons de Higgs*.

3.7 Luminescência: os efeitos luminosos de transição eletrônica

O estudo analítico envolvendo luz e moléculas químicas tem como definição Espectroscopia Molecular. Espécies químicas podem absorver, emitir ou dissipar a luz. Segundo Hage e Carr (2012, p.434) todas essas informações podem representar informações químicas em um determinado estudo. A absorção, por exemplo, envolve alteração nos níveis de energia das moléculas ou átomos, tanto vibracional quanto rotacional.

A Luminescência Molecular é uma das formas de estudos analíticos da Espectroscopia Molecular, Hage e Carr (2012, p. 450) corroboram definindo Luminescência como um termo geral que descreve a emissão de luz a partir de uma substância química em um estado excitado. Consideram-se, especificamente três tipos de Luminescência: a fosforescência, fluorescência e quimiluminescência. Nesta obra apenas a fluo e a fosforescência serão tratadas.

3.7.1 O efeito da Fluorescência

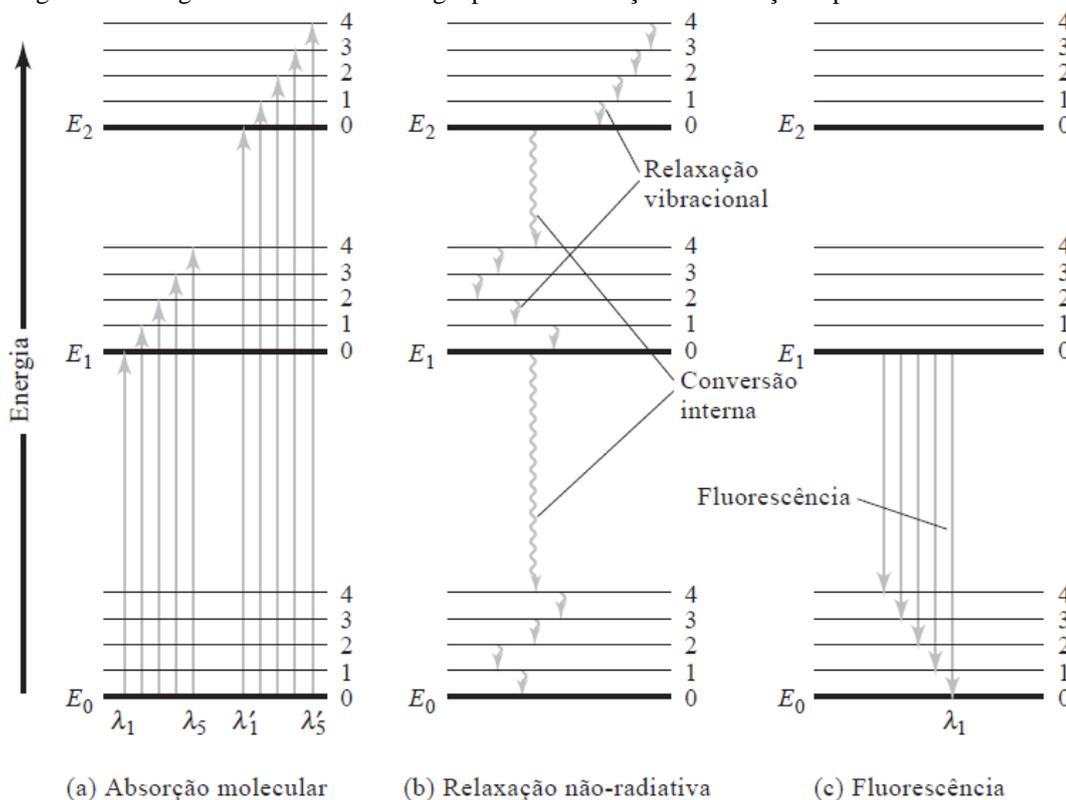
Entender os fenômenos luminosos proporcionados por espécies químicas é ir além dos conceitos de Bohr sobre a ideia geral de um átomo. A exemplo, tem-se a relevância de entender que um elétron está em movimento contínuo, logo possui um campo magnético gerado em seu entorno. Esta ideia representa uma conclusão de que o elétron, em movimento, dentro de um campo magnético possui um sentido de rotação, ou orientação no espaço, a este sentido é denominamos *spin* (MIESSLER *et. al*, 2014, p.18).

O *spin* é um dos quatro números quânticos do elétron. Este, em evidência, possibilita compreender como caracteriza-se o fenômeno da luminescência e suas diferenças. A fluorescência segundo Hage e Carr (2012, p.451) é a descrição dada a luz quando emitida por uma amostra após se tornar eletronicamente excitada por radiação eletromagnética. Salienta que essa emissão é em decorrência de uma transição rotacional permitida, ou seja, transição de elétrons com *spins* altamente prováveis.

Conforme Skoog *et al* (2006, p.783) dois mecanismos importantes podem ocorrer quando há excitação eletrônica. A Figura 14 ilustra uma situação de excitação para uma substância hipotética, nela, os dois mecanismos, relaxação não radiativa e a fluorescência. O processo de excitação energética de elétrons no nível de energia E_0 a um estado de nível E_1 requer uma radiação de banda λ_1 a λ_5 , configurando o primeiro estado excitado. Para haver

excitação atingindo os cinco níveis vibracionais de maior energia (E_2) é necessário bandas mais energéticas (λ_1' a λ_5').

Figura 14 - Diagrama de níveis de energia para uma situação de excitação hipotética.



Fonte: (SKOOG *et al*, 2006, p.783)

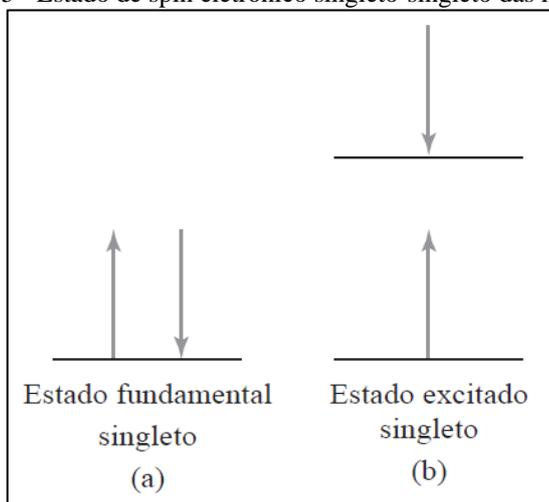
Na transição retrógrada dos níveis de maior energia (E_1 e E_2) para o nível fundamental (E_0), a relaxação não radiativa compete com a fluorescência. Skoog *et al* define:

A relaxação vibracional, indicada pelas setas curtas onduladas entre os níveis de energia vibracionais, ocorre durante as colisões entre as moléculas excitadas e as moléculas do solvente. A relaxação não-radiativa entre os níveis vibracionais mais baixos de um estado eletrônico e os níveis vibracionais mais altos de outro estado eletrônico também pode ocorrer. Esse tipo de relaxação, algumas vezes denominado, conversão interna, é apontado pelas duas setas onduladas longas na Figura 13-b. A conversão interna é muito menos eficiente do que a relaxação vibracional de forma que o tempo de vida médio de estado eletrônico excitado está entre 10^9 e 10^6 s. O mecanismo exato pelo qual esses dois processos de relaxação ocorrem está, no momento, sob investigação, porém, o resultado líquido é um pequeno aumento na temperatura do meio (SKOOG *et al*, 2006, p.783).

Apontado na Figura 14-c, o mecanismo de transição da fluorescência é de suma importância para este estudo. Skoog *et al* (2006, p.784) afirma que a fluorescência é observada quase sempre na transição do estado excitado de menor energia E_1 para o estado fundamental E_0 . As transições na fluorescência acontecem em tempo absurdamente curto, assim como na relaxação não radiativo.

A este aspecto deve-se ao comportamento dos *spins* já mencionados, que neste caso acontece em transição rotacional permitida. Essa transição recebe o nome de singleto-singleto, pois na transição de estado de um elétron excitado o *spin* do elétron promovido é ainda oposto àquele do elétron no nível fundamental conforme representado na Figura 15 (HAGE e CARR, 2012, p.791).

Figura 15 - Estado de spin eletrônico singleto-singleto das moléculas.



Fonte: (SKOOG *et al*, 2006, p.791)

Observa-se que no processo de excitação o elétron excitado permanece com seu sentido de rotação fundamental. Na transição de estado fundamental para estado excitado, o *spin* do elétron promovido permanece, caracterizando o estado excitado singleto. Esta é uma conformação rotacional provável e, portanto, ocorre de maneira curta, pois o tempo de vida do estado singleto é de 10^{-5} s ou menos (SKOOG *et al*, 2006, p.792).

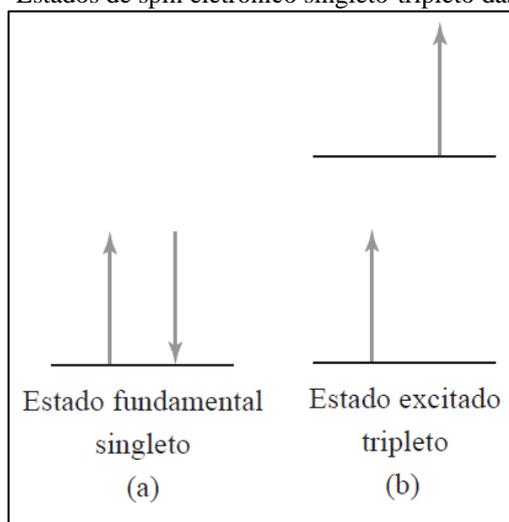
Dois tipos de fluorescência podem existir: a ressonante, que é caracterizada quando há igualdade de energia propagada, ou seja, a energia propagada é idêntica à emitida, desta forma, quanto maior a intensidade de luz, maior o seu efeito luminoso, e a fluorescência não ressonante, que ocorre em moléculas que estão dissolvidas em líquidos de uma solução ou em determinados tipos de gases (SKOOG *et al*, 2002, p.13)

A fluorescência é um fenômeno que se apresenta em poucas moléculas, isto porque na liberação de energia do seu estado excitado, a maioria das moléculas perdem grande parte da sua energia na forma de calor (HAGE e CARR, 2012, p.451). Um aspecto estrutural da maior parte das moléculas que apresentam fluorescência é que elas são planas, rígidas e com grupos aromáticos.

3.7.2 O efeito da Fosforescência

A fosforescência é um fenômeno que se assemelha a fluorescência em termos de transição eletrônica, no entanto, a diferença entre os fenômenos está exatamente na forma em que os elétrons transitam. Um outro estado excitado permitido é o Tripleto (Figura 16-b), que é formado quando o elétron promovido muda o sentido de rotação.

Figura 16 - Estados de spin eletrônico singlete-triplete das moléculas.



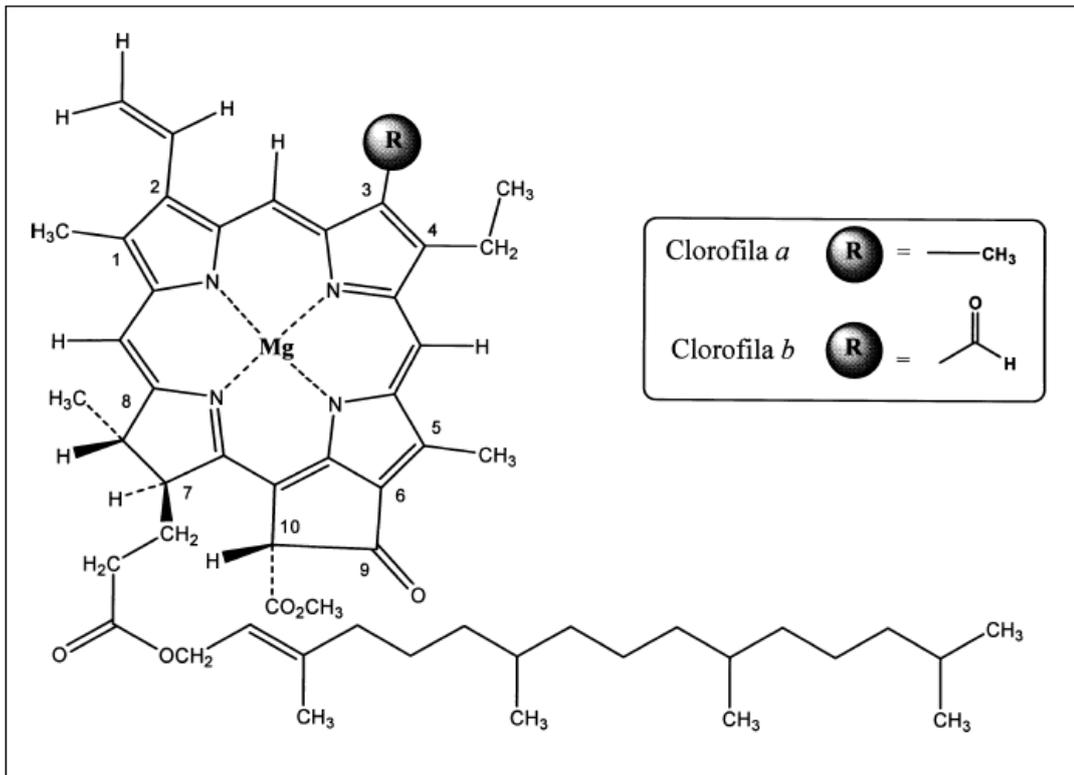
Fonte: (SKOOG *et al*, 2006, p.791 – Adaptada).

No que concerne Hage e Carr (2012, p.451) a fosforescência não sofre fluorescência imediata porque o elétron passa por um estado intermitente, neste caso o tripleto, gerando uma transição tripleto-singlete. Este tipo de processo é muito mais lento e menos provável de acontecer, tendo o estado tripleto um tempo de vida tipicamente de 10^{-4} a 10^4 s.

3.8 Substâncias fluorescentes presentes no cotidiano: exemplos para as atividades da pesquisa

No contexto social de um aluno do ensino básico, é possível explorar alguns materiais que apresentam características fluorescentes, como por exemplo, a Clorofila A ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) e a Clorofila B ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$), pigmentos naturais encontrados nas folhas de vegetais verdes. A fórmula estrutural é representada na Figura 17. Segundo Nery e Fernandez (2004, p.40) esse pigmento é o responsável pela fotossíntese realizada pelas plantas, através da absorção de energia luminosa do sol. Quando excitada, a emissão de luz devido a fluorescência pela clorofila é de tonalidade vermelha.

Figura 17 - Estrutura molecular da Clorofila.



Fonte: (STREIT *et. al*; 2005).

No que diz Maestrin *et al* (2009) esses pigmentos são encontrados também em algumas algas, bactérias e quase todo tipo de planta, sendo a Clorofila A mais recorrente nestas classes de compostos. A diferença entre ambas está na presença de um grupo funcional aldeído na Clorofila B e um grupo metila na Clorofila A no átomo de carbono 7 (Figura 17).

Exemplo de vegetal que contém clorofila é a Chicória (*Cichorium endivia L.*), um vegetal herbáceo (Figura 18) pertencente à família Asteraceae (LANNA *et al*, 2014). A extração da clorofila com solvente orgânico permite fazer análises pelo fenômeno da fluorescência.

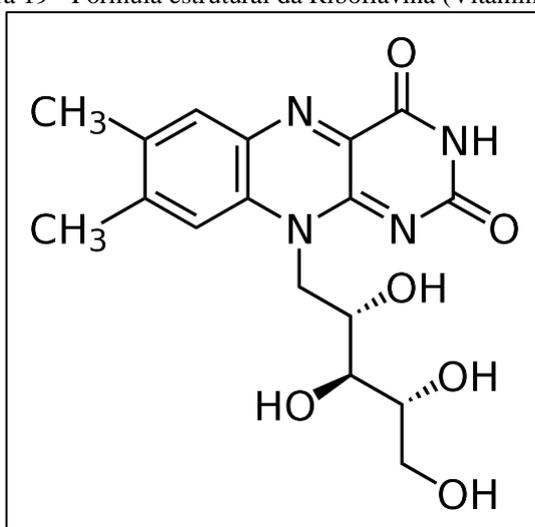
Figura 18 - Folha da Chicória.



Fonte: (DREAM GARDEN, 2016)

Outra substância com propriedades fluorescentes é a Riboflavina (7,8-dimetil-10-(1'-D-ribitol) isoaloxazina) de fórmula química $C_{17}H_{19}N_4O_6$ e fórmula estrutural conforme a Figura 19. Nery e Fernandez (2004, p.41) afirmam que esta substância é encontrada em vários alimentos, por exemplo, leite e ovos, no entanto, é comercializada em farmácias na forma de comprimido. A fluorescência observada na riboflavina é de cor esverdeada.

Figura 19 - Fórmula estrutural da Riboflavina (Vitamina B2).



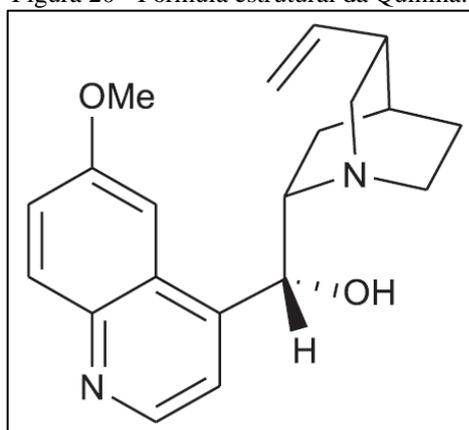
Fonte: (LIMA, 2013 – Adaptado)

A riboflavina também é comumente conhecida como vitamina B2, segundo Aniceto *et al* (2000) é uma vitamina hidrossolúvel, ou seja, solúvel em água, mas não em lipídios. Considera ainda que a ausência deste composto no organismo pode causar queda de cabelo, lesões na pele, olhos, lábios, órgãos genitais entre outras.

Na determinação analítica da riboflavina, Aniceto *et al* (2000) considera que é recomendado métodos fluorimétricos com excitação em comprimento de onda 444 nm e medida de intensidade na faixa da fluorescência em 530 nm. Sua distribuição é abundante em gêneros alimentícios animais e vegetais, como fígado, leite, ovos, ostras, beterraba, farelo de arroz, como também na forma de comprimido em farmácias.

A água tônica, produto industrializado e disponível comercialmente, contém a substância quinina (quinino (R)-(6-metoxiquinolona-4-yl) ((2S, 4S, 8R)-8-vinylquinuclidin-2-yl) metanol), que segundo Nery e Fernandez (2004, p. 41), caracteriza seu sabor amargo e tem propriedades fluorescentes de cor azul. É um alcaloide fluorescente que é adicionado a bebida na forma de sulfato de quinino. Sua fórmula química é $C_{20}H_{24}N_2O_2$ e é representado estruturalmente conforme a Figura 20.

Figura 20 - Fórmula estrutural da Quinina.

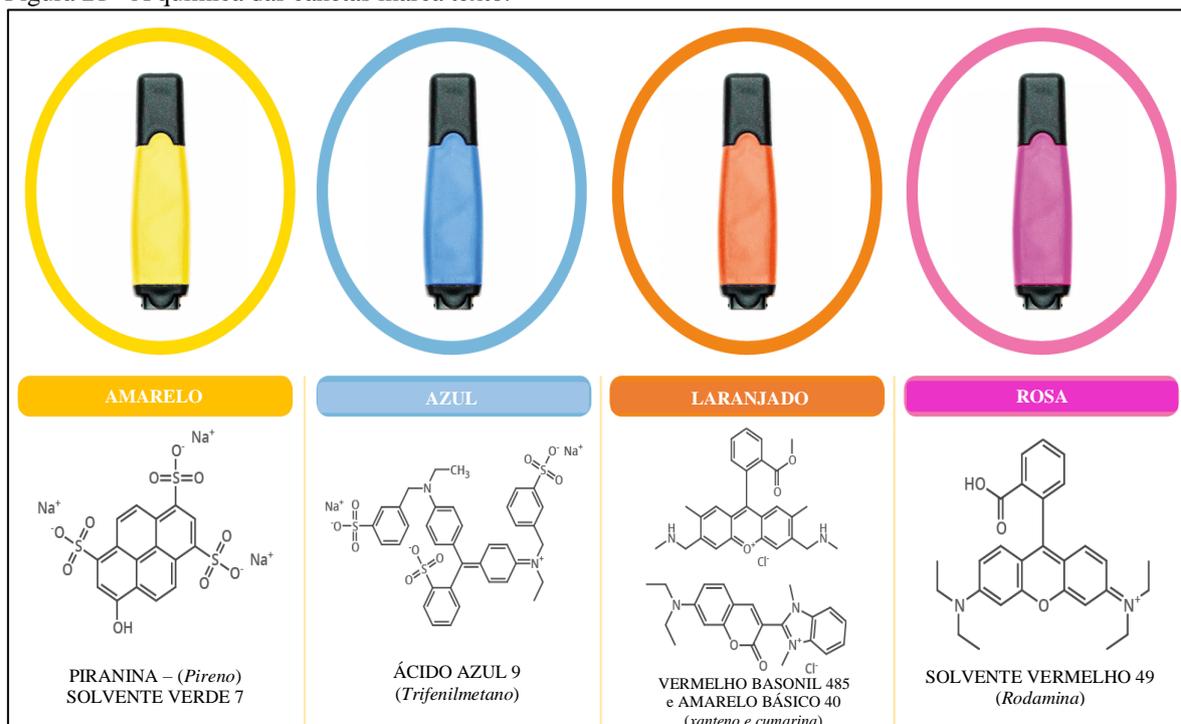


Fonte: (OLIVEIRA e SZCZERBOWSKI, 2009).

É possível demonstrar a fluorescência também com canetas do tipo Marca Texto (Figura 21), pois apresentam substâncias com características fluorescentes, que dependendo da cor de tinta necessária, faz uso de corantes diferentes.

Os marcadores amarelos geralmente usam um corante à base de pireno, como a piranina. Os corantes trifenilmetano são usados para fazer marcadores azuis, e estes podem ser misturados com corantes à base de pireno para produzir tintas verdes ou misturados com os corantes de rodamina usados para fazer marcadores rosa para produzir uma tinta roxa. Finalmente, uma combinação de um corante de cumarina e um corante de xanteno pode ser utilizada para tinta laranja (COMPOUND INTEREST, 2015).

Figura 21 - A química das canetas marca texto.



Fonte: (COMPOUND INTEREST, 2015 – Adaptada).

Corantes e pigmentos em geral, segundo Galembeck e Csordas (2012?, p. 21) é toda substância química que absorve seletivamente a luz natural, refletindo-a em determinado comprimento de onda. Podem ser tanto orgânicos com inorgânicos obtidos de fontes naturais, como rochas, minérios, flores, folhas entre outras, como também serem sintetizados por diversos mecanismos reacionais.

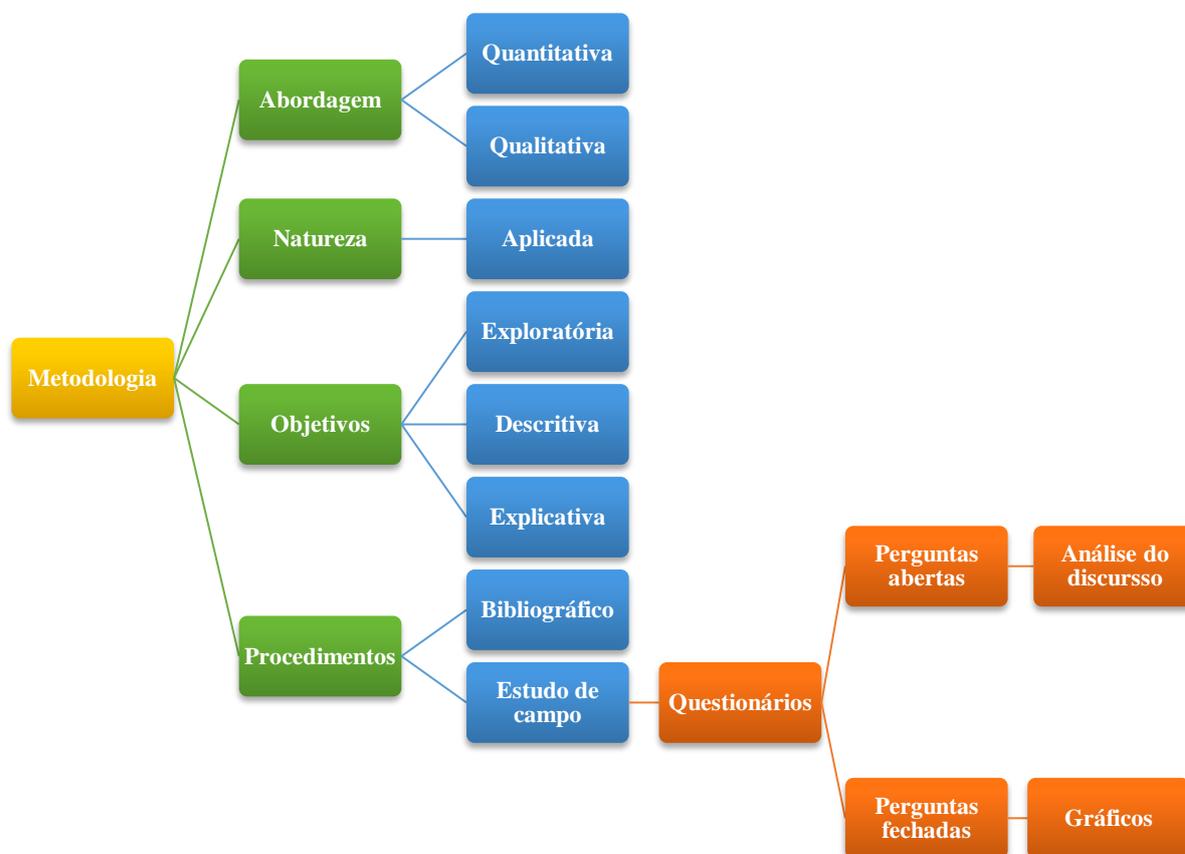
Cosméticos com finalidades de beleza fazem uso de com frequência de corantes e pigmentos, como maquiagens. Algumas destas contém substâncias com características fluorescentes, que pode ser comprovado através da emissão de radiação por uso de uma fonte eletromagnética.

Nesse contexto, as substâncias: Clorofila, Riboflavina (Vitamina B2), Quinina, as canetas marca texto e maquiagens com corantes e pigmentos foram utilizados como elementos para aplicação do objeto da pesquisa sendo, a forma de introduzir o modelo Atômico de Bohr como parte inicial do Ensino de Ciências Química, no processo que antecede o ensino de Química como componente curricular no Ensino Médio.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa ocorreu seguindo uma sequência de ações que nortearam a sua construção, sendo bem mais compreendido a partir do Figura 22 seguir:

Figura 22 - Fluxograma representativo da metodologia.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

4.1 Tipologia da pesquisa

4.1.1 Quanto à abordagem

No que concerne a abordagem, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa a qual permite compreender as características de forma mais aprofundada de determinado assunto, segundo Botelho e Cruz (2013, p.52) abordagem qualitativa destaca os valores, crenças e atitudes. Considera que o histórico e a evolução da pesquisa educacional, junto as

tendências atuais, possam fazer com que este tipo de abordagem prevaleça na aplicação de pesquisas desta área.

No entanto, não se exclui a abordagem quantitativa, que também caracteriza a tipologia desta obra. A abordagem quantitativa faz uso de recursos estatísticos como suporte e tratamento de dados. Na concepção de Botelho e Cruz (2013, p.52) este tipo de pesquisa parte do princípio de que tudo pode ser quantificado, ou seja, transformado em números, opiniões e informações com intuito de classificar e analisar.

4.1.2 Quanto à natureza

A pesquisa em questão compreende por ser de natureza aplicada. Segundo Almeida, a pesquisa aplicada *normalmente faz uso dos conhecimentos que já foram sistematizados, com o intuito de solucionar problemas organizacionais ou do ser humano* (ALMEIDA, 2014, p. 25).

O objetivo da pesquisa destaca a busca por compreender o Modelo Atômico de Bohr com a utilização de meio experimental da fluorescência, fundamentado em teorias educacionais que alicerçam a proposta.

4.1.3 Quanto ao objetivo

No que diz respeito ao objetivo essa trata-se de pesquisa exploratória a qual se desenvolve no âmbito que existe pouco ou nenhum conhecimento, no que diz Lakatos e Marconi (2010, p. 171) a investigação empírica, a qual o objetivo é a formulação de questões ou problemas, propondo, assim, desenvolver hipóteses, é característico da pesquisa exploratória.

Além disso, a pesquisa tem como finalidade descritiva, como o próprio nome sugere, apresenta caráter de descrever o objeto a ser estudado com o intuito de proporcionar exatidão dos fatos e fenômenos, segundo Cervo *et al* (2007, p.61) a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos sem manipulá-los. Procura descobrir, com maior precisão possível a frequência com que um fenômeno ocorre.

Por fim, a pesquisa apresenta também função explicativa que, conforme Gil (2008, p.) este tipo de pesquisa pode assumir a característica de continuação de outra descritiva, uma vez que, os fatores determinantes de um dado fenômeno necessita ser descrito, identificado, desta forma, visa esclarecer fatos que colaborem para a realização de acontecimentos.

4.1.4 Quanto aos procedimentos

O presente trabalho foi construído a partir de uma pesquisa bibliográfica. Segundo Almeida (2014) *este tipo de estudo toma como objeto apenas livros e artigos científicos, tendo normalmente a finalidade de buscar relações entre conceitos, características e ideias às vezes unindo dois ou mais temas* (ALMEIDA, 2014, p.28). Essa pesquisa foi precípua para o desenvolvimento e esclarecimento do tema em questão.

Além do mais definida como uma pesquisa de campo que busca avaliar os fatos como ocorrem na íntegra em seu ambiente de análise, como afirma Malheiros (2011) *o estudo de campo é mais uma técnica que se relaciona muito mais à forma de coleta de dados do que propriamente ao modelo metodológico de condução da pesquisa* (MALHEIROS 2011, p.96).

Como instrumento de coleta para análise dos dados foram aplicados dois questionários. Segundo Cervo *et al* “*o questionário refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche*” (CERVO *et al*, 2007, p.53).

Nos questionários, as perguntas abertas, escritas pelos sujeitos desta pesquisa, foram analisadas por meio de Análise Textual Discursiva (ATD), que corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa; esse tipo de análise representa um movimento interpretativo. É definida como um conjunto variado de metodologias e trabalha com textos (MORAES, 2003; MORAES e GALIAZZI, 2006).

A categorização é o estabelecimento das relações das unidades anteriormente construídas, compreende um sistema de redução de dados e é o segundo momento da análise textual discursiva. É nesse processo que é realizada uma comparação constante entre as unidades levando aos agrupamentos de elementos semelhantes, que compreendem as categorias (MORAES, 2003; MORAES e GALIAZZI, 2006).

Dessa forma possibilita uma melhor análise dos dados previamente categorizados levando a sua redução através da comparação e semelhança entre os mesmos.

As perguntas fechadas apresentaram alternativas para respostas oferecendo aos respondentes opções. Nesse procedimento foram utilizados gráficos em forma de pizza para ilustrar as respostas dos alunos.

4.2 Locus

O presente trabalho foi aplicado na Escola Estadual Professora Maria Meriam dos Santos Cordeiro Fernandes (Figura 23), localizada à Av. Glicério de Souza Figueiredo nº 0066, no bairro Jardim II, no município de Macapá, no Estado do Amapá.

Figura 23 - Escola *locus* da pesquisa.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

A Escola só passou a ter esse nome em 1998, quando então a comunidade escolar sensibilizada com a morte da professora Maria Meriam dos Santos Cordeiros Fernandes, educadora que havia atuado nessa instituição e havia contribuído para a construção dos alicerces da Educação no Bairro Jardim II.

A escola atende as seguintes modalidades: Ensino Fundamental do primeiro ao nono ano e a Educação de Jovens e Adultos (1ª a 4ª etapas).

Tabela 2 - Estrutura do *Locus* da pesquisa.

Estrutura Física da Escola	Quantidade
Salas de aulas	14
Sala de diretoria	01
Sala de professores	01
Sala para atendimento especializado (AEE)	01
Cozinha	01
Biblioteca	01
Banheiro	02
Sala de secretaria	01
Refeitório	01
Laboratório	0

Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2019).

4.3 Sujeitos da pesquisa

A delimitação dos sujeitos, constituem no universo da pesquisa os indivíduos representativos da amostra, para Gil (2008, p.89), a amostra é uma parte dos elementos que compõem o universo. Neste campo da pesquisa, delimitou-se quatro turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, sendo elas 9º A, 9º B, 9º C e 9º D, alcançando um total de 120 alunos, que apresentavam faixa etária entre 13 e 14 anos.

Justifica-se a escolha da amostra por inquietação da pesquisadora pela vivência e observação durante a sua vida acadêmica que, muitos alunos do Ensino Médio quando adentram no Ensino Superior, reclamam da falta de uma base sólida de conceitos fundamentais primários para o desenvolvimento do estudo da Ciência Química. Destarte que, trabalhando na base no Ensino Fundamental, prospecta a mitigação de que no Ensino médio os alunos, em tese, já estariam familiarizados com o estudo de Química e sua correspondência compreensão.

4.4 Propostas de intervenção

É proposta uma discussão qualificada com a intervenção das duas aulas, teórica e teórica/prática.

4.4.1 Aula teórica lecionada pela professora da turma

A professora das turmas ministrou uma aula teórica com duração de 1 hora e 40 minutos sobre Modelos Atômicos, utilizando os recursos oferecidos pela própria escola como pincel e quadro. Após a aula a professora entregou o Termo de Consentimento Livre Esclarecido TCLE (Apêndice A), que foi assinado pelos responsáveis e devolvido na aula seguinte.

Acerca de sondagens anteriores a respeito das aulas, a professora havia associado uma prática experimental em alguns momentos, anteriormente, apesar dos recursos limitados oferecidos pela escola. Também fez uso do livro didático, mas na aula referida sobre modelos atômicos apenas utilizou o quadro e pincel para que fosse possível uma comparação entre as duas aulas (Teórica e Prática).

4.4.2 Aulas: teórica e prática lecionadas pela pesquisadora

Feitas as devidas apresentações entre alunos e pesquisadora, buscando melhor interação, foi questionado sobre o fenômeno da fluorescência aos alunos, se sabiam o que era ou se já haviam visto uma lâmpada de luz negra antes, o que desencadeou um debate pertinente com todas as perguntas respondidas.

Posteriormente revelou-se o efeito da fluorescência utilizando a lâmpada de luz negra. Em continuidade, a professora pesquisadora aliou teoria e prática, buscando averiguar primeiramente o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto Modelos Atômicos.

A proposta era saber se os alunos, a partir da aula teórica ministrada pela professora da turma, haviam adquirido o conhecimento necessário sobre o conteúdo. Como a professora da turma já havia ministrado uma aula sobre os Modelos Atômicos, apenas utilizando o quadro e pincel, foram feitas perguntas aos alunos (Figura 24) sobre o referido conteúdo, abordado de forma mais detalhada sobre o assunto principal que faz parte do tema dessa pesquisa, o Modelo Atômico Bohr.

Figura 24 - Intervenção sobre o assunto Modelos Atômicos.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

Algumas das perguntas feitas foram: O que era Átomo? Quais os modelos Atômicos conhecidos? E O que era um elétron na concepção dos próprios alunos?

Para explicação do conteúdo Modelos Atômicos de Bohr e resposta às perguntas mencionadas anteriormente, foram utilizados seis experimentos (Tabela 3), com seus roteiros (Apêndice D), sendo eles:

Tabela 3 - Experimentos aplicados na intervenção.

Descrição	
Experimento 1	a fluorescência da caneta marca texto
Experimento 2	o efeito da maquiagem fluorescente na pele (<i>Blush</i>)
Experimento 3	extração da clorofila
Experimento 4	extração do complexo B
Experimento 5	Efeito luminoso da água tônica
Experimento 6	criação da lâmpada negra caseira

Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

Experimento 1: Canetas marca texto e Papel A4

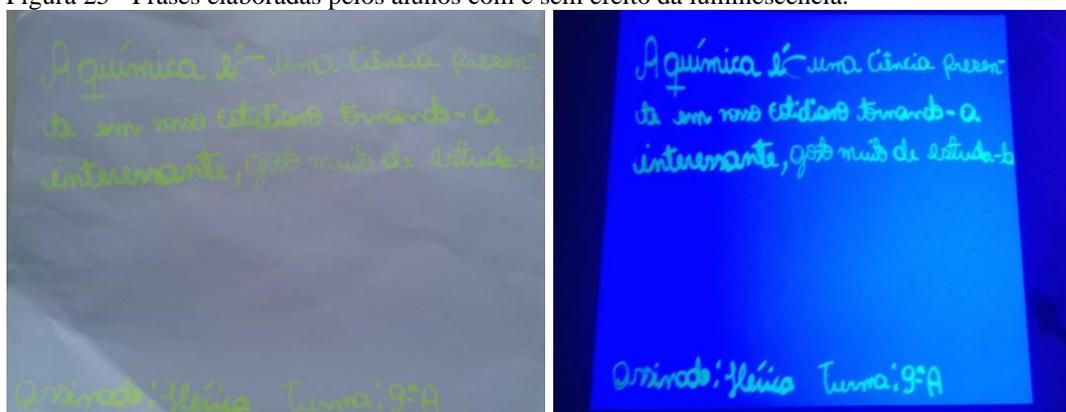
Nesse experimento foram utilizadas canetas marca texto de várias cores e papel sulfite tamanho A4, entregues aos alunos. Em seguida foi solicitado aos sujeitos que fizessem frases na folha de papel A4 com as canetas distribuídas (Figura 25). A discussão sobre este experimento possibilitou explicar aos alunos sobre a presença de substâncias fluorescentes nas canetas Marca Textos, salientando o fenômeno ocorrido com a radiação emitida através da lâmpada de luz negra, explicado pelo Modelo Atômico de Bohr.

Segundo Hage e Carr (2012), a estrutura das moléculas que formam estes pigmentos, neste caso, estruturas com a presença de anéis aromáticos, planas e rígidas, satisfazem as características principais para que sejam substâncias fluorescentes, permitindo a transição eletrônica nos níveis energéticos, quando energizados por uma fonte de radiação UV.

Segundo o princípio de Modelo Atômico de Bohr, delineado por Spencer, Bodner e Rickard (2000), elétrons são excitados e elevados a um nível superior de energia, ou seja, órbitas mais distantes ao núcleo, pois a energia do elétron está associada à sua distância em relação ao núcleo.

Este conceito relaciona-se diretamente ao fenômeno observado na luminescência vista nas frases criadas pelos alunos, pois quando os elétrons são excitados, por um curto período de tempo, acabam liberando a energia recebida e retornando ao estado de energia fundamental, neste caso, a energia é liberada na forma de luz.

Figura 25 - Frases elaboradas pelos alunos com e sem efeito da luminescência.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

A presença de corantes fluorimétricos, em objetos como canetas marca texto, possibilita ao aluno observar o fenômeno relacionado ao Modelo de Bohr de uma forma acessível, com materiais presentes no cotidiano do aluno.

Em seguida foi solicitado aos alunos que deixassem guardado o papel até o momento da utilização no experimento. Também que fizessem frases na pele de seu próprio corpo para ilustrar – frases com relação à química, caso desejassem.

Experimento 2: Pintura utilizando *blush*.

Foi distribuído um estojo fluorescente de *blush* com 6 cores (rosa, verde escuro, azul, verde neon) para que os alunos utilizassem na pele como desejassem. Muitos se maquiaram,

outros escreveram seus nomes (Figura 26), isso chamou bastante a atenção e causou interação dos alunos.

Novamente através deste experimento discutiu-se a fluorescência presente em algumas substâncias, mas de forma pontual, as maquiagens comercializadas que portam esse tipo de material. De maneira pertinente, comprova-se a proposta de Bohr em seu Modelo de átomo, uma vez que neste material observa-se o fenômeno da fluorescência.

Figura 26 - Pintura com blush.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

Experimento 3: Extração da Clorofila

A utilização da clorofila para demonstrar a fluorescência é realizada a partir da extração desta substância de vegetais verdes. Nesta prática utilizou-se folhas de chicória (*Cichorium endivia L.*) para extrair a clorofila. Para a realização da extração foram utilizados materiais alternativos, tais como: copo de seleta, filtro de café, chave de fenda e colher descartável.

A fim de enaltecer a importância dos materiais alternativos, fez-se a comparação com os materiais que são utilizados em laboratório, demonstrando aos alunos que na sua casa pode ter utensílios que sejam úteis na realização de práticas experimentais, como a chave de fenda, utilizando seu cabo substituindo o pistilo (Figura 27), ou o copo de seleta que substitui o béquer e, ainda, o filtro de café que substitui o papel filtro de laboratório.

Figura 27 - Chave de fenda sendo utilizada como pistilo.



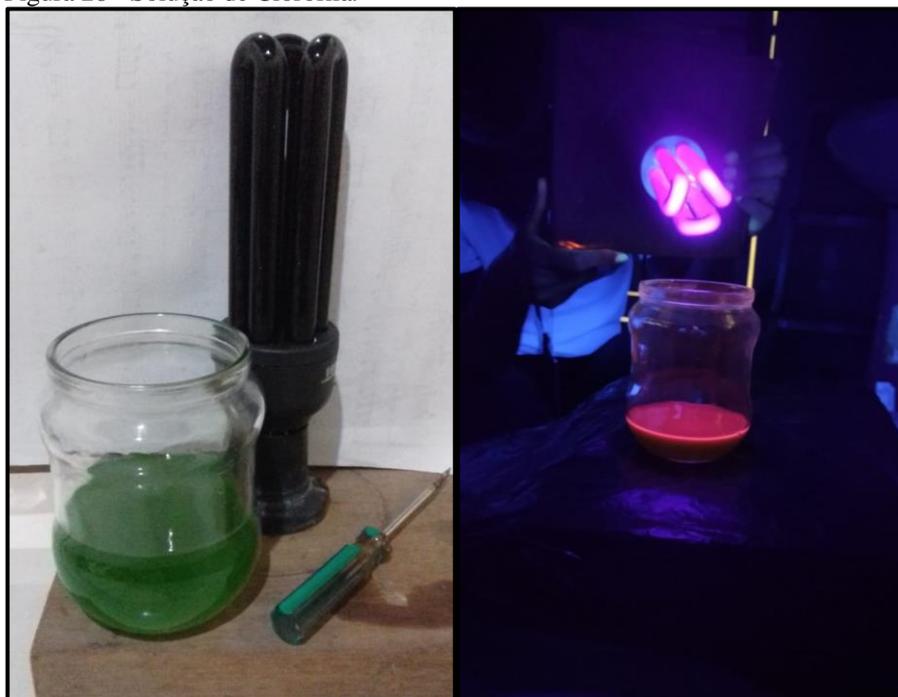
Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

A extração da clorofila foi realizada a partir da maceração das folhas de chicória com o auxílio do cabo da chave de fenda. Este procedimento viabiliza o processo de extração de forma mais eficiente, uma vez que a matéria triturada possibilita maior superfície de contato com o solvente que irá solubilizar a substância de interesse no procedimento.

O solvente utilizado foi a Acetona (propanona), sendo acrescentada no recipiente com as folhas do vegetal. Em seguida, a mistura foi posta para filtragem comum a fim de separar partes sólidas da mistura, restando apenas a solução substrato com a clorofila para posteriores análises.

Na observação com a radiação ultravioleta produzida pela lâmpada de luz negra, a solução com o extrato de clorofila emitiu luminescência na forma fluorescente de cor vermelha escuro com uma faixa de radiação de 682 a 740 nm (Figura 28).

Figura 28 - Solução de Clorofila.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

A estrutura da molécula da clorofila quando exposta a radiações UV comprova que tem características fluorescentes, por conseguinte, permite observar e relacionar o fenômeno com a Teoria do Modelo Atômico de Bohr, sendo mais um experimento utilizável neste processo de ensino.

Experimento 4: Pílula do Complexo B

A utilização da pílula do complexo B para fins de estudos luminescentes necessita de diluição em água, pois segundo Aniceto *et al* (2000) é uma substância hidrossolúvel. Para tal, o comprimido foi macerado e depois misturado com água e homogeneizada a solução.

Em seguida, foi realizada a filtragem da solução para obter uma solução homogênea, separando partes sólidas em suspensão. Na emissão de radiação com a lâmpada UV, a solução produziu uma cor verde amarelada (Figura 29) o que constatou a fluorescência emitida pela substância Riboflavina presente neste medicamento.

É interessante observar que a cor observada na solução aquosa de Riboflavina comprova a fluorescência a olho nu e tem comprimento de onda na faixa de 530 a 545 nm, se observado e comparado com a faixa de cores do espectro visível.

Figura 29 - Solução de aquosa de Riboflavina.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

O tempo de resposta da luminosidade, comparado ao tempo de exposição a fonte UV, comprova aos alunos que é uma substância fluorescente, pois uma vez cessado a luz da lâmpada negra, simultaneamente deixa de se observar a emissão da fluorescência, o que mostra conformidade com Skoog *et al* (2006), pois a transição dos elétrons dos estados singletos é de 10^{-5} s, podendo ser um tempo ainda menor.

Experimento 5: Efeito Luminoso da Água Tônica

A utilização de água tônica no estudo do Modelo Atômico de Bohr é viabilizada pela presença da substância Quinino, pois possui características fluorescentes conforme afirma Nery e Fernandez (2004), portanto, considerando que é um produto de fácil acesso devido a sua disponibilidade comercial, torna-se mais uma opção de material disponível para uso na intervenção da aula prática (Figura 30).

Figura 30 - Água tônica gaseificada sem a incidência de luz UV.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

A radiação eletromagnética observada na água tônica, quando submetida à exposição da luz UV, caracteriza a substância como fluorescente, uma vez que o efeito é cessado imediatamente conforme o desligamento da fonte energética luminosa. A estrutura da substância quinina também apresenta características que generalizam substâncias fluorescentes, anéis aromáticos, estrutura plana e rígida, conforme o que preconiza Hage e Carr (2012).

Figura 31 - Água tônica na presença da luz negra caseira.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

A Figura 31 demonstra o efeito luminescente observado na água tônica quando exposta à radiação UV da lâmpada de luz negra. Observa-se uma intensidade na cor azul, indicando que a quantidade de energia liberada pelos elétrons, na forma de fótons, tem características de onda na região do espectro visível, próximo de 450 nm, o que pode ser determinado melhor de forma pontual com o uso de aparelhos espectrais analíticos.

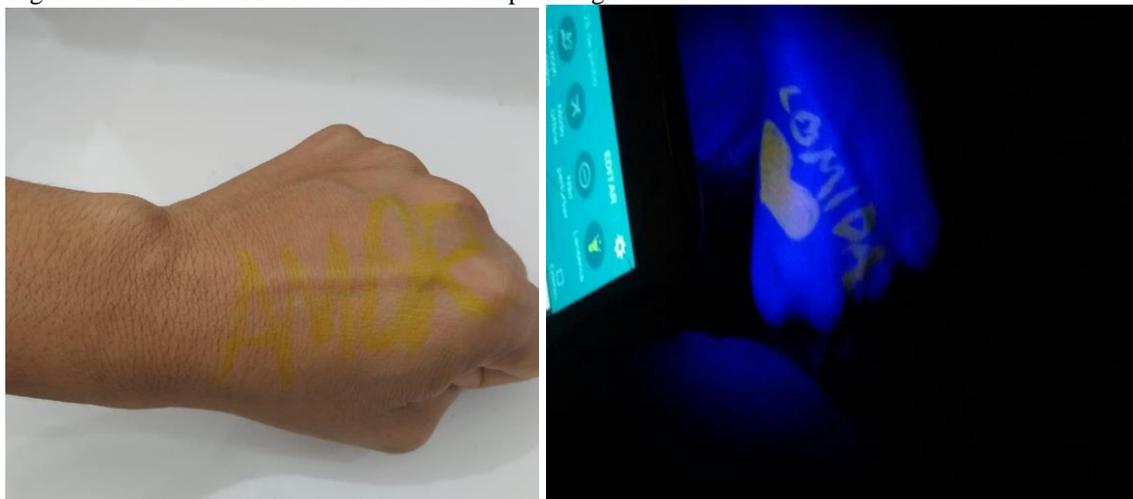
Experimento 6: Criação da Lâmpada Negra Caseira

Com uma lâmpada de luz negra apresentou-se aos alunos a possibilidade de alternar a fonte criando uma forma caseira de produzir radiação UV. A luz negra caseira pode ser construída com uma lanterna ou um aparelho de celular que tenha este artefato tecnológico, fitas do tipo Durex e pincel atômico permanente.

Pinceis atômicos permanentes contêm nos seus corantes, substâncias com fósforo. Quando sofrem incidência de luz branca absorvem toda radiação da faixa do espectro visível, refletindo apenas ondas eletromagnéticas na faixa do UV. Esta característica permite utilizar a tinta destes objetos para construir uma lâmpada de luz negra caseira.

O procedimento segue em criar camadas com fitas e tinta dos pincéis. Para tal, na aula os alunos foram orientados a colocar uma tira da fita por cima da lâmpada da lanterna do celular e pintar com o pincel o pedaço de fita após colado e repetir o procedimento pelo menos sete vezes, até que uma forte luz negra fosse observada, conforme a Figura 32.

Figura 32 – Efeito da Fluorescência com a lâmpada negra caseira.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

Após o procedimento realizado com os aparelhos celulares, os alunos foram orientados a iluminarem as substâncias expostas nos experimentos anteriores para que pudesse ser observado a fluorescência com a fonte eletromagnética provinda das lanternas dos aparelhos celulares.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Questionário I: análise dos alunos sobre a aula teórica

As análises da pesquisa no que compete a aula teórica foi realizada com a aplicação de um questionário (Apêndice B) aos alunos das quatro turmas, caracterizando o instrumento de coleta de dados da pesquisa. Composto de cinco perguntas fechadas, tinham o objetivo de coletar dados sobre a opinião e análise dos alunos sobre a aula ministrada pela professora.

A primeira pergunta do Questionário buscou saber se os alunos estavam gostando do componente curricular de química. É notório que a disciplina gera um contentamento aos alunos, visto que 98% da amostra responderam sim, de um universo de 120 alunos. Este resultado suscita uma surpresa, pois de acordo com os índices mostrado pelo PISA (MARTINS, 2016), o ensino de ciências não detém bons resultados, considerando o 63º lugar do Brasil no ranking para esta área de conhecimento.

Este parâmetro indica um dos fatores postulantes a este resultado, sendo a forma ou métodos em que as disciplinas de ciências estão sendo trabalhadas nesta modalidade de ensino, na escola *Locus*. Infere-se que a disciplina agrada, desperta interesse e tem seu valor reconhecido por maior parte dos alunos, no entanto, a forma como estão sujeitos a aprendizagem não é satisfatória para o deslumbre de resultados significativos para esta área.

Os demais alunos, aqueles que apontaram não gostar da disciplina de Química, somando os 2% da pesquisa, compõe a faixa de alunos que não observa fatores positivos que desperte seu interesse em gostar da disciplina, no entanto, não significa que seus conhecimentos sobre o componente curricular sejam limitados.

A segunda pergunta do questionário I buscou saber se os alunos, a partir da aula teórica, adquiriram o conhecimento sobre o assunto Modelos Atômico. No resultado exposto, vale ressaltar os 30% de alunos que julgaram não ter adquirido o conteúdo, pois, estes compõem a amostra de aluno que salienta a necessidade de uma metodologia diferenciada e mais pertinente, que alcança um percentual maior de alunos que assimilam o conteúdo.

Os quatro por cento de alunos que não souberam responder à pergunta, demonstram que os sujeitos, possivelmente, não conseguem fazer uma autoavaliação de seus próprios conhecimentos, isso implica que a proposta apresentada não atinge estes alunos e os mesmos não detém senso crítico de seu conhecimento.

A necessidade de propor uma aula mais planejada, com o uso de recursos incomuns, como o caso de aulas experimentais, promove um melhor aprendizado aos alunos, constatado

na pesquisa e salientado por Salesse (2012). Este fato justifica um grande percentual de alunos que não consideram ter obtido o conhecimento sobre o assunto abordado, gerando uma necessidade de propor metodologias diferenciadas.

O pergunta 3 demonstra resultados sobre qual tipo de recurso didático a(o) professora(o) utilizou para demonstrar o conteúdo, o qual 62% responderam que o recurso utilizado foi apenas o quadro, 4% afirmaram que a professora utilizou Datashow e 34% citaram outro recurso.

Desta forma, é pertinente *atualizar, deixar a rotina do quadro e pincel e planejar mais aulas dinâmicas e interativas, e abastecer dos diversos recursos didáticos que possam vir a estimular uma melhor aprendizagem dos alunos* (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2011, p. 8). Existem vários outros tipos de materiais didáticos que podem ser utilizados aos quais não se remeteu a pergunta, como livros, revistas, filmes, músicas, jogos e brincadeiras.

Diante das respostas dos alunos, há a possibilidade de não saberem o que vem a ser o recurso didático e responderam aleatoriamente, pois ao indagar um aluno sobre as aulas de química e depois de explicar o que era material didático o mesmo respondeu que a professora não utilizava Datashow.

A quarta pergunta procurou verificar se o recurso utilizado pela professora havia sido suficiente para os alunos compreenderem o assunto sobre Modelos Atômicos. Os resultados demonstram que 77% julgam o recurso suficiente para a compreensão do conteúdo e 23% afirmaram que não. Este dado da pesquisa aponta o quanto, a relação da professora em sua didática com os alunos, os satisfazem, não sendo necessário para a maioria um recurso diferente do comum.

A compreensão dos alunos é essencial, pois é isso que cada professor busca com o domínio dos conteúdos. É necessária uma boa relação de convivência e interação, pois *o convívio social se faz necessário no ambiente escolar e contribui para a formação intelectual do indivíduo*, ou seja, a relação professor/aluno contribui com essa formação (VYGOTSKY, 2007, p.49).

A quinta pergunta buscou saber se os alunos conseguiam observar a química no cotidiano. De acordo com os alunos é possível verificar que os mesmos conseguem ter essa visualização com relação ao seu cotidiano e isso proporciona melhor entendimento quando demonstrado em sala de aula. Relacionar a química com o cotidiano do aluno é muito importante e significativo, pois essa ciência faz parte do dia a dia dos seres humanos, proporcionando melhor entendimento dos assuntos.

Conforme Brasil (2011, p.8), *um conhecimento químico associado à realidade do aluno possibilita uma compreensão mais significativa dos conteúdos abordados, o que pode traduzir-se num processo de ensino mais eficaz*. Essa associação melhora a aprendizagem do aluno, pois ele consegue ver, ao invés de simplesmente imaginar, como a química está presente em seu cotidiano.

5.2 Questionário II: análise dos alunos após as aulas teórica e prática

Após a aula prática ministrada pela professora pesquisadora foi aplicado novamente um questionário a fim de saber a opinião dos alunos a respeito das aulas. O questionário II (Apêndice C) era composto de 5 questões, sendo 4 perguntas fechadas e 1 aberta.

A primeira pergunta (Você está gostando da disciplina de Química?) do questionário II buscou saber qual o percentual de contentamento da turma com a disciplina, após a aplicação prática. Constatou-se que os alunos, quando submetidos a uma prática diferenciada e interativa, passam a gostar e interessar-se mais pela química, pois 100% responderam sim. Esse resultado está em função do contato com a prática experimental que tiveram antes de responder ao questionário.

De acordo com Guimarães (2009, p. 03) *faz-se indispensável que o aspecto teórico do conteúdo químico siga junto com o aspecto experimental, de maneira a evitar a fragmentação desse conteúdo*. Essa junção de teoria e prática contribuiu para que os alunos se identifiquem melhor com o componente curricular e, conseqüentemente a aprendizagem seja mais instigante e inovadora.

Na segunda pergunta do questionário II buscou saber se os alunos conseguiram entender o assunto sobre Modelo Atômico de Bohr a partir dos experimentos aplicados em sala. Confirma-se que 91% julgaram ter conseguido entender o assunto e apenas 9% não entenderam o assunto. Esse resultado enaltece a necessidade de utilização da prática experimental em sala de aula e, que esta proposta leva o aluno a compreender melhor o conteúdo abordado, portanto, precisa-se proporcionar mais momentos como estes.

Quando o aluno observa e manipula o experimento que está à estudar, ele consegue envolver melhor o conteúdo associado, pois a experimentação do concreto estimula o aumento do raciocínio, fazendo com que os conceitos incluídos adquiram significado e a compreensão dos conteúdos assumam sentido (PEREIRA *et al*, 2013, p.19).

Entende-se, portanto, que ao criar estímulos aos alunos, como experimentos observados e manipulados, respostas são socializadas entre professor e aluno. A análise dessa

pesquisa associa-se às ideias elaboradas por Skinner com a proposta de criar estímulos aos indivíduos de estudos, para então, obter respostas.

Na terceira pergunta (Você gostou dos experimentos sobre a fluorescência?) do questionário II buscou-se saber sobre o sentimento em relação aos experimentos aplicados em sala de aula através do uso de materiais alternativos. O resultado obtido confirma a aceitação positiva dos experimentos pelos alunos, pois 100% alegaram ter gostado da aula prática.

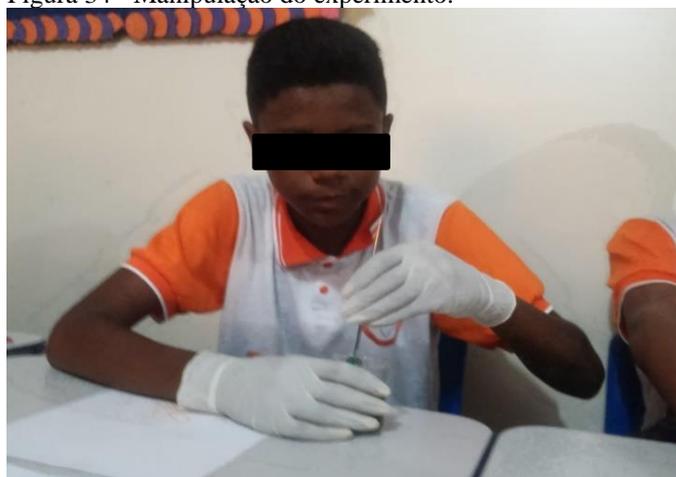
Vale ressaltar a importância de ministrar aulas práticas na própria sala de aula, por meio de experiências simples produzidas pela utilização de utensílios domésticos, ou seja, materiais alternativos (Figura 33), e que envolvam a participação dos alunos (Figura 34), configurando o que afirma Souza (2013) em relação ao diálogo entre o aprendiz e o objeto de estudo, pois há uma ação discursiva na atividade prática.

Figura 33 - Almofariz e pistilo substituídos por copo de vidro e chave.



Fonte: Studio 37 / Shutterstock.com – Adaptada.

Figura 34 - Manipulação do experimento.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

Na quarta pergunta (Você acha importante o uso de materiais alternativos nas escolas públicas?) do questionário II buscou-se saber o percentual de importância dada ao uso de materiais alternativos na escola, pelos sujeitos da pesquisa. Confirma-se que essa metodologia é muito importante, pois 100% responderam sim.

A utilização de materiais alternativos torna possível a elaboração de experimentos em sala de aula, sanando as dificuldades encontradas pela falta de um laboratório nas escolas públicas e como se não bastasse, há a falta de materiais e reagentes apropriados, o que acabam sendo substituídos por outros encontrados até mesmo na cozinha da casa do próprio aluno.

Sempre há alguma dificuldade para a realização de aulas experimentais, quando dispõe de uma estrutura adequada, não possui equipamentos e/ou reagentes suficientes para a realização de aulas práticas, outro fator pode ser que o professor não dispõe de tempo para que possa desenvolver experimentos com seus alunos ou a turma é muito numerosa, em consonância com as proposições de Barbosa e Jesus (2009).

São essas dificuldades que o professor precisa driblar para poder fazer seus alunos aprenderem os conteúdos de forma diferenciada e efetiva, assim, alcançar uma aprendizagem mais promissora. Para melhor compreensão, segue uma tabela com as justificativas dos alunos com relação à pergunta anterior, para Análise Textual Discursiva destes elementos participantes (Tabela 4).

A tabela está disposta com a pergunta da questão, o número codificado dos respondentes, suas respectivas respostas e justificativas. Vale ressaltar que as respostas foram agrupadas em função das ideias centrais de cada discurso, possibilitando, assim, uma análise mais abrangente e técnica das respostas para o resultado íntegro.

Tabela 4 - Análise das justificativas dos participantes da pesquisa referente ao questionário.

Pergunta 4: Você acha importante o uso de materiais alternativos nas escolas públicas? Por quê?			
Grupo 1 – Melhor Aprendizagem			
Nº	Resp.	Discurso	Ideia Central
003	Sim	Porque fica mais fácil pra gente aprender	Facilita a aprendizagem
005	Sim	Porque os experimentos são mais fáceis de serem completos	Facilita a aprendizagem
006	Sim	Porque assim os alunos passam entender mais sobre a química	Facilita a aprendizagem
007	Sim	Porque assim nós alunos passam entender mais sobre a química	Facilita a aprendizagem
008	Sim	Porque ele pode ajudar também no ensino de química e até mais fácil de aprender	Facilita a aprendizagem
009	Sim	Porque assim nós alunos passam entender mais sobre a química	Facilita a aprendizagem
011	Sim	Porque é uma forma mais rápida de entender o assunto	Facilita a aprendizagem
012	Sim	Para nós termos mais conhecimento	Facilita a aprendizagem
017	Sim	Porque ajuda a melhorar o desempenho e fica muito mais fácil para ensinar os alunos a entender mais	Facilita a aprendizagem
019	Sim	Para o melhor entendimento da matéria	Facilita a aprendizagem
020	Sim	Assim poderemos aprender mais fácil fazendo o prático	Facilita a aprendizagem
021	Sim	Porque para os alunos aprenderem mais sobre a química	Facilita a aprendizagem
022	Sim	É uma forma de melhor aprendizagem, ajuda a entender melhor a matéria	Facilita a aprendizagem
024	Sim	Porque entendemos melhor o assunto, e eu achei bem interessante	Facilita a aprendizagem
025	Sim	Porque os alunos aprendem mais coisas sobre a ciência	Facilita a aprendizagem
026	Sim	Porque isso só ajuda muito os alunos e professores	Facilita a aprendizagem
027	Sim	Porque com os materiais podemos visualizar melhor	Facilita a aprendizagem
028	Sim	Porque assim desenvolveremos mais conhecimento sobre a química	Facilita a aprendizagem
030	Sim	Porque precisamos aprender mais	Facilita a aprendizagem
031	Sim	Porque estimula nosso maior aprendizado, sendo mais interessante a demais alunos	Facilita a aprendizagem
032	Sim	Para o desenvolvimento dos alunos	Facilita a aprendizagem
033	Sim	Por que precisamos aprender mais	Facilita a aprendizagem
035	Sim	Porque os alunos têm novas oportunidades de experimento da química	Facilita a aprendizagem
038	Sim	Por causa do desenvolvimento do aluno nas aulas práticas	Facilita a aprendizagem
039	Sim	Porque isso faz os jovens se interessarem pela matéria	Facilita a aprendizagem
040	Sim	Porque faz com as pessoas se interessa	Facilita a aprendizagem
042	Sim	Porque a gente aprende coisas novas na escola, sem ser as disciplinas que a gente estuda todo dia na escola	Facilita a aprendizagem
044	Sim	Porque ajuda mais	Facilita a aprendizagem
046	Sim	Porque é bem legal	Facilita a aprendizagem
047	Sim	Porque dar mais conhecimento e nós temos experiências novas	Facilita a aprendizagem
048	Sim	Porque acontecem vários experimentos na aula prática	Facilita a aprendizagem
049	Sim	Porque muitas escolas não têm materiais para os experimentos e se tivesse a gente poderia aprender mais e mais	Facilita a aprendizagem
050	Sim	Porque é interessante	Facilita a aprendizagem
051	Sim	Porque desenvolve a prática do aluno na escola	Facilita a aprendizagem
052	Sim	Porque podemos aprender sobre química	Facilita a aprendizagem
054	Sim	Porque isso ajuda nosso desenvolvimento e ajuda a compreender melhor as coisas	Facilita a aprendizagem

Grupo 2 – Importância dos materiais alternativos			
Nº	Resp.	Discurso	Ideia Central
001	Sim	Porque em muitas escolas públicas não tem materiais necessários e muitos alunos tem vontade de aprender	Falta de laboratório
004	Sim	Porque mostra que em escolas públicas também é essencial para os alunos	Falta de laboratório
013	Sim	Porque muitas escolas não tem o recurso necessário pra matéria	Falta de laboratório
015	Sim	Porque com os materiais é mais divertido e legal de se aprender	Falta de laboratório
016	Sim	Porque os experimentos são bem fáceis de conseguir e é bem barato	Falta de laboratório
018	Sim	Porque as escolas públicas não têm muito recursos, então material alternativo é a melhor escolha	Falta de laboratório
023	Sim	Porque á escolas que não tem mais se alguma tem já é um avanço	Falta de laboratório
029	Sim	Porque pra nossa segurança não usar coisas de fora	Falta de laboratório
033	Sim	Porque é muito importante	Falta de laboratório
034	Sim	Porque é muito importante	Falta de laboratório
036	Sim	Porque é muito preciso que é muito importante	Falta de laboratório
041	Sim	Porque é interessante esse assunto e eu gosto de química	Falta de laboratório
043	Sim	Porque é necessário para a nossa educação	Falta de laboratório
045	Sim	Porque quase nunca se ver esse tipo de trabalho prático na escola pública	Falta de laboratório
053	Sim	Para conhecermos todos os materiais e instrumentos sobre química e fluorescência	Falta de laboratório
Grupo 4 – Alunos que não justificaram			
Nº	Resp.	Discurso	Ideia Central
014	Sim	-	-
037	Sim	-	-
055	Sim	-	-

Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

Ao analisar as justificativas dos alunos participantes da pesquisa referente à resposta da pergunta 4 do questionário 2, foi possível chegar a 3 grupos. Cada grupo com as opiniões dos alunos em relação à utilização de materiais alternativos nas escolas públicas e, se achavam importante essa metodologia, uma vez que a pesquisa trouxe essa proposta e mostrou aos alunos as possibilidades de realizá-la em sala de aula.

Grupo 01: Todos os alunos responderam “sim”, dando a importância ao uso de materiais alternativos nas escolas, inclusive dos grupos 02 e 03. Destaca-se do grupo 01 a justificativa do aluno 008 dizendo: “Porque ele pode ajudar também no ensino de química e até mais fácil de aprender”. Como justificativa, destaca-se também o aluno 031, dizendo “Porque estimula nosso maior aprendizado, sendo mais interessante a demais alunos”.

O foco do Grupo 1 é tratado com o que vem facilitar o aprendizado, de fato os materiais alternativos possibilitam a experimentação em sala proporcionando aos alunos melhor entendimento dos conteúdos. O aluno 031 deixa explícito algo que ele cientificamente talvez não conheça, mas empiricamente consegue supor o “estímulo” criado com a proposta apresentada, por conseguinte, obtém-se sua “resposta” no ensino que é enfatizada por ele em seu discurso.

Relaciona-se a ideia de Skinner (2003) a qual a proposta de intervenção através de experimentos pode funcionar como estímulo aos alunos, sendo assim, o interesse despertado nestes sujeitos uma resposta dada, ou seja, o reflexo mencionado por Skinner. Não só a compreensão do conteúdo é uma resposta, como também o reconhecimento e a autoavaliação que o sujeito tem sobre sua evolução na aprendizagem.

Grupo 2: A ideia central das justificativas desse grupo foi a falta de laboratórios nas escolas públicas, onde em uma das repostas o aluno 018 diz: “Porque as escolas públicas não têm muito recursos, então material alternativo é a melhor escolha”. Dessa forma é possível perceber a necessidade que a escola tem em oferecer essa qualidade no ensino para os alunos e que a adaptação é necessária para uma melhor aprendizagem diante do contexto social dos indivíduos.

Outra resposta, a do aluno 045 diz: “Porque quase nunca se ver esse tipo de trabalho prático na escola pública”. Este discurso soa mais como um questionamento referente a falta do laboratório, esta problemática remete ao que diz Barbosa (2009) ao levantar alguns agravantes para a realização de aulas experimentais, uma vez que o espaço físico com seu devido equipamento e materiais é de alto custo.

Visto a problemática, Barbosa e Jesus (2009) ressalta a necessidade de adaptação fazendo jus a necessidade de experimentação inserida em contexto. Estes resultados implicam

na indigência de cobrar o corpo docente para que haja a concretização destas observações técnicas a fim de elevar o ensino de ciências com métodos científicos, pressuposto por Barbosa e Jesus (2009).

O contexto dos sujeitos está previsto por Vygotsky e é um aliado a intervenções que necessitam de ajustes metodológicos. O uso de instrumentos, signos e a própria relação e interação social pode ser útil na elaboração de propostas complementares de ensino e por conseguinte o desenvolvimento mental do indivíduo, uma ideia trazida e defendida por Vygotsky, segundo Ostermann e Cavalcanti (2011).

É interessante salientar e relacionar que a este desenvolvimento mental está associado o aprendizado adequadamente organizado (VYGOTSKY, 2003). É um aspecto de desenvolvimento necessário para as funções psicológicas que fazem uso da estrutura cognitiva do indivíduo.

Nesta perspectiva, o professor quando alia a realidade do aluno trazendo objetos e matérias que estejam inseridos em seu contexto social e cultural, estimula o trabalho de ideias já inseridas na estrutura cognitiva do aluno. Se em consequência do trabalho realizado, os sujeitos de alguma forma alcançarem o desenvolvimento intelectual, tem-se difundido a Aprendizagem Significativa, pois a recepção de novos conhecimentos ocorreu com a ação e reflexão do aprendiz (AUSUBEL, 2000).

Grupo 3: Os alunos apenas responderam à pergunta 4 dizendo “sim” que acham muito importante os materiais alternativos serem utilizados nas escolas públicas, mas não quiseram deixar suas justificativas com relação.

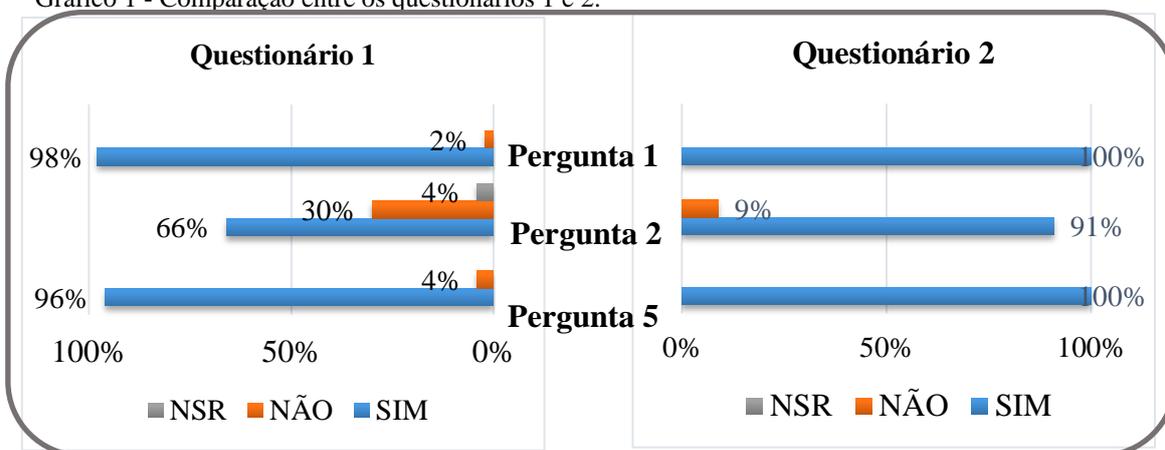
A quinta pergunta, do questionário II, buscou saber se alunos conseguiam visualizar a química no seu cotidiano. O resultado aponta que 100% alegaram ter alcançado esta visão da Química presente em seu cotidiano. Isso é muito importante, pois facilita o entendimento dos alunos, conseqüentemente, dá valores científicos ao mundo que o cerca.

A aula mais dinâmica e interativa com uso de matérias do cotidiano do aluno, traz para reflexão destes sujeitos que a Química está sim de fato presente em seu contexto, na sua cultura e nas relações. Essa vivência, segundo Pozo e Crespo (2009), leva o aluno/sujeito torna-se incentivado a estudar Química e, portanto, propício a desvelar novos conhecimentos em seu intelecto cidadão. Para tal, chama-se a atenção do professor para que sempre faça essa relação e dinâmica, mostrando ao aluno que a química está presente em tudo, principalmente em seu cotidiano.

5.3 Comparação entre os questionários 1 e 2

Os questionários aplicados apresentaram algumas perguntas iguais (Apêndice B e C), com o objetivo de propor uma comparação entre a metodologia da aula teórica da professora da turma e a proposta aplicada pela pesquisadora. As questões 1, 2 e 5 dos questionários estão com seus resultados dispostos no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparação entre os questionários 1 e 2.



Fonte: Acadêmica/Pesquisadora (2018).

A análise possibilita perceber que os alunos são muito mais atraídos por disciplinas que promovam dinâmica ao processo de ensino e aprendizagem. A comparação entre os resultados da Pergunta 1 dos questionários comprova esta ideia quando se observa um crescimento no quantitativo de alunos que aprovam a disciplina Química, por sua vez, nos primeiros contatos da educação básica.

A partir da intervenção com a utilização de experimentos na aula, os alunos adeptos à disciplina Química passam de 98% para 100%. Este é um dado que apoia a proposta de intervir de forma experimental associando à teoria, para facilitar a compreensão do aluno, quanto para despertar maior interesse neste indivíduo pela disciplina, atentando para o sentido e importância do componente curricular.

Em conformidade com Salesse (2012), aulas práticas, devidamente planejadas, permitem aos alunos comprovar teorias, leis e informações científicas. É de suma importância destacar que quando há comprovação de um fato/dado científico, existe elevação na credibilidade da ciência e, portanto, gera conhecimento crítico e intelectual do conteúdo em estudo e análise.

Os dados em resultados da Pergunta 2 do segundo questionário pontuam que 91% dos alunos julgaram ter compreendido o conteúdo sobre Modelos Atômicos, quanto que no

primeiro questionário, 30% julga não saber e 4% não soube responder. É notório o avanço do senso crítico do aluno, por mais que efetivamente não tenha compreendido.

Criar um senso crítico sobre determinado conteúdo é desenvolver habilidades e conhecimento sobre o mesmo. Diante disto, a Pergunta 5 propõe saber se a partir da metodologia experimental proposta, o aluno consegue visualizar a Química em seu cotidiano, uma vez que esta é a ciência que estuda a matéria e suas transformações.

Quando se observa que os dados da Pergunta 5 passam de 96% para 100% dos alunos que disseram SIM, comprova-se que criar um método que utilize as ideias existentes na estrutura cognitiva do aluno para associar novas informações, a partir de estímulos concretos onde o aluno tem a possibilidade de manipular e conduzir a prática, satisfaz o conceito de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Nessa perspectiva, compreende-se que os estímulos apresentados aos alunos, neste caso as práticas experimentais associadas a teoria, deram as respostas significativas, uma vez que, seu senso crítico em julgar-se entendedor do conteúdo mostra que novas informações foram ancoradas na sua estrutura cognitiva e, portanto, o próprio consegue perceber o desempenho na sua aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de inúmeras dificuldades encontradas no processo de ensino da química, a pesquisa se propõe desvelar princípios teóricos que auxiliem no processo de mitigar os entraves de um ensino significativo. Destaca-se inicialmente a falta de empatia pela ciência química, a abstração, o impalpável, o excesso de cálculos e teorias que inibem os alunos de criar interesse pelo componente curricular.

Nesse contexto, o Modelo Atômico de Bohr que é um marco divisor entre a Química clássica e a moderna, apresenta-se com seus postulados como um dos conteúdos mais difíceis a serem aprendidos no ensino básico. Contudo, os resultados e análises alinhados nesta pesquisa mostram que a partir de um tema específico, como a fluorescência, é possível construir o conhecimento deste conteúdo.

Em vista da carência de fundamentos basais para a continuidade do ensino e aprendizagem da Química no ensino médio, propor a metodologia debatendo sobre fluorescência com os princípios do Modelo atômico de Bohr no ensino fundamental (9º ano), é coerente para que haja o aprimoramento para o nível seguinte da educação básica.

Alinhar teorias científicas com práticas experimentais apresenta substancial importância quando se almeja um ensino que se propõe a ser facilitador. A Química, por ser uma ciência da natureza, possibilita a relação com materiais habitual do indivíduo. Levando esta ideia para o processo de ensino, é relevante associar os aspectos culturais, sociais e cognitivo dos alunos, pois, a falta de estrutura física apropriada da maior parte das escolas públicas do Brasil, dificulta a efetivação de práticas experimentais.

A fluorescência, contudo, é uma das alternativas cabíveis ao professor para uso como temática de aulas práticas para o ensino do Modelo Atômico de Bohr, uma vez que, a realização de experimentos que causem este efeito é acessível, tendo em vista os materiais disponíveis no cotidiano do aluno e que podem ser de uso alternativo.

A pesquisa infere que aulas dinâmicas, alternativas e que propiciem ao aluno interação direta com o objeto e conteúdo, caracteriza-se como um estímulo ao desempenho de habilidades cognitivas, ou ainda, a apropriação de novos conhecimentos relacionado. A este estímulo, é dado como resposta apurada nesta pesquisa, o senso crítico do aluno sobre seu conhecimento que, portanto, caracteriza de modo geral a efetivação de um processo de Aprendizagem Significativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. S. **Elaboração de projetos, TCC, dissertação e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ANICETO, Clezio *et al.* Determinação espectrofotométrica de vitamina B2 (riboflavina) em Formulações farmacêuticas empregando sistema de análises por injeção em fluxo. **Química Nova**, [s. l.], n. 23, ed. 5, p. 637-640, 2000.

AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: a cognitive view**. New York: Springer Science + business Media, 2000.

BARBOSA, A. R. JESUS, J. A. A Utilização De Materiais Alternativos Em Experimentos Práticos De Química E Sua Relação Com O Cotidiano. 2009. Disponível em: <<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T77.pdf>>. Acesso em: 28 de maio de 2019.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.

BOTELHO, J. M.; CRUZ, V. A. G.; **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química geral**. 2. ed. v. 1. Rio de Janeiro: LTCE, 1986.

BRAGA, A. W. V. *et al.* A teoria behaviorista de skinner: análise acerca de suas implicações na educação do Ceará. **Congresso Nacional de Educação**, Campina Grande, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/16669442-A-teoria-behaviorista-de-skinner-analise-acerca-de-suas-implicacoes-na-educacao-do-ceara.html>. Acesso em: 12 nov. 2019.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica/Ministério da Educação**. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **Estratégia para o ensino de Ciências**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?id=13566&option=com_content&view=article. Acesso em: 12 dez. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasil, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 19 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/ SEF, 1998. 138 p.

- BRITO, S. C. **A importância de se trabalhar conteúdos de química no ensino fundamental**. 2014. 37 p. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- BROWN, T. L. *et. al.* **Química: a ciência central**. 13. Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- CERISARA· A. B. **Perspectiva**. Florianópolis, v. 15, n. 28, p. 35-50, jul./dez. 1997.
- CERVO, A. L.; *et al.* **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHANG, R. GOLDSBY, K. A. **Química**. 11. ed. [recurso eletrônico]. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- COMPOUD INTEREST. A química das cores dos marcadores. **Química Colorida**, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://www.compoundchem.com/2015/01/22/highlighters/>. Acesso em: 13 fev. 2020.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.
- FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1980. 102 p.
- GALEMBECK, Fernando; CSORDAS, Yara. **Cosméticos: a química da beleza**. [2012?]. Disponível em: <https://fisiosale.com.br/assets/9no%C3%A7%C3%B5es-de-cosmetologia-2210.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.
- GARDEN, Dream. **Coentro da Amazônia / Coentro do Pará / Coentro-Bravo / Coentro do Maranhão / Chicória da Amazônia / Chicória-Brava / Culantro / ERYNGIUM FOETIDUM**. [S. l.], 16 jan. 2016. Disponível em: <http://dreamgarden3.blogspot.com/2016/01/coentro-da-amazonia-coentro-bravo.html>. Acesso em: 29 maio 2019.
- CHERRY, Kendra. Os 4 estágios do desenvolvimento cognitivo: antecedentes e conceitos – chave d teoria de Piaget. **Veryweelmind**. Atualizado em 31 mar. 2020. Disponível em: <https://www.veryweelmind.com/piagets-stages-of-cognitive-development-2795457>. Acesso em 21 set. 2020.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUEDES, A. O. **A psicogênese da pessoa completa de Henri Wallon: desenvolvimento da comunicação humana nos seus primórdios**. Museu da infância. 2007. Disponível em: http://www.museudainfancia.unesc.net/memoria/expo_escolares/GUEDES_psicogenese.pdf >. Acesso em: 02 de junho de 2019.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31. p. 198-202. 2009.

HAGE, D. S. CARR, J. D. **Química analítica e análise quantitativa**. – 1. ed – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

JORGE, G. A. B; PELISSON, M. M. M. **Química: pré-vestibular química**. v. 1. São Paulo: Editora Poliedro, 2015.

KANE, G. The Dawn of Physics beyond the Standard Model. **Scientific American**. 2003. Disponível em <https://www.scientificamerican.com/article/the-dawn-of-physics-beyon/>. Acesso em 16 dez. 2020.

KUPPERMANN, Maya. **James Chadwick: O homem por trás do nêutron**. Large Stanford, Stanford University, p. 283-304, 2018. Disponível em: <http://large.stanford.edu/courses/2018/ph241/kuppermann2/>. Acesso em: 3 mar. 2020.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LANNA, N. B. *et al.* Doses de composto orgânico na produção de chicória. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 31, julho 2014. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A5830_T9099_Comp.pdf. Acesso em: 13 jun. 2019.

LIMA, A. P. O. Vitamina B. **InfoEscola: Navegando e Aprendendo**, [s. l.], 2013. Disponível em: <https://www.infoescola.com/bioquimica/vitamina-b2/>. Acesso em: 28 nov. 2019.

MACHADO, M. A. S. **A percepção dos alunos sobre o ensino de ciências naturais**. Planaltina: Universidade federal de Brasília, 2017.

MAESTRIN, A. P. J. *et al.* Extração e purificação de clorofila A, da alga *Spirulina maxima*: um experimento para os cursos de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 1670-1672, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v32n6/54.pdf> O homem por trás do nêutron. Acesso em: 12 mar. 2020.

MALHEIROS, Bruno Taranto. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARTINS, L. **Brasil está entre os piores do mundo em avaliação de educação**. Estadão, dezembro, 2016. Disponível em: < <https://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-esta-entre-os-piores-do-mundo-em-avaliacao-de-educacao,10000092814>>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

MEC. Ministério da Educação. **Resolução n 7, de 14 de dezembro de 2010**. Fixa Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. Diário Oficial da União, Brasília, 15 de dezembro de 2010, Seção 1, p. 34. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7246-rceb007-10&category_slug=dezembro-2010-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 11/06/2020.

MIESSLER, G. L. *et al.* **Inorganic chemistry**. 5. ed. EUA; Pearson, 2014.

MORAES, R. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.9, n.2, p. 191 – 211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo constitutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.12, n.1, p. 117-128, abr. 2006.

MOREIRA, A. M. **A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel**. In: MOREIRA, A. M. Teorias de Aprendizagem. EPU: São Paulo, 1999. 151-165p.

MOREIRA, A. M. **Linguagem e aprendizagem significativa**. II encontro Internacional de Linguagem, Cultura e Cognição. jul. 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>. Acesso em: 15 jun 2019.

MOREIRA, M. A. O modelo padrão da física de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 31, n.1, 2009.

MUNARI, Alberto. **Jean Piaget**. Tradução e organização de Daniele Saheb. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Massangana, 2010.

NERY, A. L. P; FERNANDEZ, C. Fluorescência e estrutura atômica: experimentos simples para abordar o tema. **Química Nova na Escola**. n. 19. mai 2004.

OLIVEIRA, A. R. M.; SZCZERBOWSKI, Daiane. Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1971-1974, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000700048. Acesso em: 10 fev. 2020.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf - UFRGS, 2011.

PEREIRA, A. *et al.* **Uso de Materiais Alternativos em Aulas Experimentais de Química**. 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/14/3127-16955.html>>. Acesso em 26 maio de 2019.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2009.

PIAGET, Jean. Discours du directeur du Bureau international d'éducation. In: **quinzieme conference internationale de l'instruction publique**. Procès-verbaux et recommandations. Genebra: Bureau international d'éducation, 1952. p. 31-33.

RABER, D. A; *et al.* Aprendizagem significativa no ensino de ciências: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações química. **Meaningful Learning Review**. v. 7. p. 64 – 85. 2017. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID116/v7_n2_a2017.pdf. Acesso em: 10 de jun. 2020.

RAMAL, A. C. **A nova Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: destaques, avanços e problemas. Revista de educação CEAP, n. 17, p. 05 – 21. Jun, 1997.

ROMERO, J. H. S. **A Experimentação como recurso motivador no ensino aprendizagem de Química**. São Paulo: Universidade Paulista, 2013.

RUSSELL, J. B. **Química geral**. 2. ed. v. 1. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

SALESSE, A.M.T. **A Experimentação no Ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de Ensino Aprendizado**. Universidade Federal do Paraná, 2012.

SANTANA, J.G.F. *et al.* **A utilização de materiais alternativos no ensino de ciências: química no âmbito do Pibid IF Baiano campus Guanambi**. 2018. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2018/trabalhos/90/601-26085.html>. Acesso em 26 maio de 2019.

SILVA, A. F. *et al.* **O ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora**. *Revista exitus*, Santarém, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Monografia – Licenciatura em Química. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2016.

SIRGADO, A. P. **O social e o cultural na obra de Vigotski**. *Educação & Sociedade*. n.71. jul 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v21n71/a03v2171.pdf>. Acesso em: 10 jun 2019.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano** / B. F. Skinner; tradução João Carlos Todorov, Rodolfo Azzi. 11. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

SKOOG, D. A. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**, Tradução da 8ª Edição norte-americana. São Paulo: Editora Thomson, 2006.

SKOOG, D. A. *et al.* **Princípios de Análise Instrumental**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2002.

SMOLE, K. C. S. **Aprendizagem Significativa: o lugar do conhecimento e da inteligência**. Grupo Mathema. 2019. Disponível em: <https://mathema.com.br/artigos/aprendizagem-significativa-o-lugar-do-conhecimento-e-da-inteligencia/>. Acesso em: 05 maio 2019.

SOUZA, A. C. **A Experimentação no Ensino de Ciências: importância das aulas práticas no processo ensino aprendizagem**. 2013. 33f. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

SPENCER, J. N; BODNER, G. M; RICKARD, L. H. **Química: estrutura y dinâmica**. 1. ed. Compañía editorial continental: México, 2000.

STREIT, N. M. *et al.* **As clorofilas**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, mai-jun 2005. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300043>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300043&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 jun. 2020.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 2003.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WALLON, Henri. **A evolução psicológica da criança.** Lisboa, Portugal: Edições 70, 1995.

YAMAZAKI, S. C. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.** Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2008. Disponível em:
http://www.fanema.br/semanadeplanejamento_teoricos_ausube.pdf . Acesso em: 29 ago. 2019.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

AUTORIZAÇÃO

Prezados pais e alunos, o questionário que será aplicado em sala de aula faz parte da pesquisa que eu, Ziran Cardoso Balieiro, discente do Curso Superior de Licenciatura em Química do IFAP, estou fazendo para obter informações sobre a fluorescência e o modelo atômico de Bohr, que é tema do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado EXPERIMENTO DA FLUORESCÊNCIA: UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM PARA A INTRODUÇÃO DO MODELO ATÔMICO DE BOHR NO ENSINO DE QUÍMICA, sob a orientação do Prof. Me. Jorge Emílio Henriques Gomes.

Agradeço imensamente a contribuição de todos.

Respeitosamente,

Ziran Cardoso Balieiro
Pesquisadora

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

ASSINATURA DO (A) ALUNO (A)

APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO I

AULA TEÓRICA - Professora Rosinete

Você está gostando da disciplina de Química?

Sim Não

Você conseguiu entender o assunto Modelos Atômicos?

Sim Não

Como a sua professora explicou Modelos Atômicos?

utilizou apenas quadro.

utilizou o recurso do Datashow.

utilizou outro recurso.

Os recursos utilizados pela professora foram suficientes para você compreender o assunto Modelos Atômicos? Por quê?

Sim Não

Você consegue visualizar a Química no seu cotidiano?

Sim Não

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO II

AULA PRÁTICA – Pesquisadora Ziran

Você está gostando da disciplina de Química?

Sim Não

A partir da aula prática você conseguiu entender o assunto Modelos Atômicos?

Sim Não

Você gostou dos experimentos sobre a fluorescência?

Sim Não

Você acha importante o uso de materiais alternativos nas escolas públicas? Por quê?

Sim Não

Você consegue visualizar o Química no seu cotidiano?

Sim Não