



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
– CAMPUS SOUSA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO ALTERNATIVO PARA O ENSINO DO
MODELO ATÔMICO DE BOHR**

ANDRÉ VINICIUS LOPES MARQUES

SOUSA-PB

2020

ANDRÉ VINICIUS LOPES MARQUES

**CONSTRUÇÃO DE UM ESPECTROSCÓPIO ALTERNATIVO PARA O ENSINO DO
MODELO ATÔMICO DE BOHR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para a obtenção do título de
Licenciado em Química pelo Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Higo de Lima Bezerra
Cavalcanti

SOUSA-PB

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Leandro da Silva Carvalho – Bibliotecário CRB 15/875

Marques, André Vinicius Lopes

M357c Construção de um espectroscópio alternativo para o ensino do modelo atômico de BOHR / André Vinicius Lopes Marques. – Sousa, 2020.

34f.

Orientador: Prof. Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti.
TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – IFPB, 2020.

1. Espectroscopia. 2. Modelo Atômico de Bohr. 3. Materiais Alternativos. I. Cavalcanti, Higo de Lima Bezerra. II. Título.

IFPB Sousa / BC

CDU 37:54

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Construção De Um Espectroscópio Alternativo Para O Ensino Do Modelo Atômico De Bohr

Autor(a): André Vinícius Lopes Marques.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 08/12/2020.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jose Aurino Arruda Campos Filho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 09/12/2020 14:06:43.
- **Adamastor Rodrigues Torres, PROF ENS BAS TECNOLOGICO-SUBSTITUTO**, em 09/12/2020 09:46:17.
- **Higo de Lima Bezerra Cavalcanti, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/12/2020 16:52:43.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/12/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 142551

Código de Autenticação: 16c711f01a



Aos meus professores e a minha família;
Meus sinceros agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

Encerro esse ciclo da minha vida, agradecendo á minha mãe Maria de Fatima, minha irmã Anarielle e meu sobrinho Anthony Lavoisier (ideia minha esse nome...), que sempre me apoiaram e fizeram de tudo para eu ter um ensino de qualidade, sendo minha principal base para a vida.

Agradeço a Deus e a meu Pai – Expedito Marques, que mesmo não estando fisicamente na minha vida, iluminou meus passos e abençoou nesse ciclo da minha vida. Desde a morte de meu pai, minha mãe não mediu esforços, para que minha irmã e eu não faltássemos nada na nossa vida. Perder seu marido e ter dois filhos para criar, não seria fácil e ela conseguiu sempre fazendo o possível para melhorar nossa vida. Também agradeço aos meus outros familiares que não vou citar nomes, para não gerar briga...

Também quero agradecer ao IFPB que me acolheu e me propiciou momentos na minha vida que nem imaginava que iria acontecer na minha passagem pela instituição, em especial a residência pedagógica e a colaboração no centro acadêmico do curso. Dentro do IF, agradeço a Samuel Bitu técnico de laboratório do campus, onde sempre tinha aula vaga, iria para o laboratório para conversar com ele, sempre tivemos bons papos e conselhos que irei levar para minha nova jornada,

Aos mestres que passaram durante minha graduação, também agradeço a eles que contribuíram cada um à sua maneira para a minha formação. Seria impossível citar todos nessa página, mas representando todos citarei meu orientador Higo Lima, que me orientou neste trabalho e aceitou esse convite.

Por fim, quero agraciar meus companheiros de curso que compartilharam momentos de alegria e apreensão durante esta graduação.

“Escolha um trabalho de que gostes,
e não terás que trabalhar nem um dia na tua vida.”

Confúcio

RESUMO

O presente trabalho consiste na confecção de um modelo de espectroscópio utilizando materiais de baixo custo, visto que a maioria das escolas não possuem laboratórios de Química plenamente equipados. A experimentação no ensino de Química tem um grande papel na aprendizagem do aluno, aprimorando a assimilação do conteúdo visto nas aulas expositivas. Utilizando materiais como canos de PVC, lentes de aumento, resina epóxi e uma rede de difração, foi possível construir um espectroscópio que se assemelha ao modelo de equipamento proposto e utilizado por Bunsen e Kirchhoff. Com o espectroscópio de baixo custo foi possível identificar a linha D do sódio bem como diferenciar os elementos cálcio e estrôncio a partir das linhas espectrais geradas pela exposição destes elementos à chama do bico de Bunsen. A confecção e aplicação do espectroscópio possibilitam uma discussão mais aprofundada sobre os espectros de emissão dos elementos e sua relação com o modelo atômico proposto por Neils Bohr.

Palavras-chave: Espectroscopia, Modelo Atômico de Bohr, Materiais Alternativos.

ABSTRACT

The present work consists of making a spectroscope using low-cost materials, since most schools do not have fully equipped chemistry laboratories. Experimentation in the teaching of Chemistry has a great role in student learning, improving the assimilation of the content seen in the lectures. Using materials such as PVC pipes, magnifying glasses, epoxy resin and a diffraction mesh, it was possible to build a spectroscope that is similar to the equipment model proposed and used by Bunsen and Kirchhoff. With the low cost spectroscope it was possible to identify the sodium D line as well as to differentiate the calcium and strontium elements from the spectral lines generated by the exposure of these elements to the flame of the Bunsen burner. The making and application of the spectroscope allows for a more in-depth discussion about the emission spectra of the elements and their relationship with the atomic model proposed by Neils Bohr.

Keywords: Spectroscopy, Bohr's Atomic Model, Alternative Materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Absorção e emissão de energia em um átomo, levando à excitação eletrônica -----	18
Figura 2 - Exemplo de espectro de linhas de absorção (acima) e emissão (abaixo) para o Hidrogênio-----	18
Figura 3 - Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff -----	20
Figura 4 - Materiais utilizados para a construção do espectroscópio alternativo -----	22
Figura 5 - Esquema para a montagem do equipamento -----	23
Figura 6 - Luneta confeccionada -----	26
Figura 7 –Colimador -----	26
Figura 8 –Rede de Difração -----	27
Figura 9 - Espectroscópio construído com o suporte -----	27
Figura 10 - Sais utilizados no teste da chama: NaCl, SrCl ₂ e CaCl ₂ -----	28
Figura 11 - Espectro de linhas do Cálcio obtido com o espectroscópio alternativo ----	29
Figura 12 - Espectro de linhas do Cálcio -----	29
Figura 13 - Espectro de linha do Estrôncio registrado pelo espectroscópio alternativo	30
Figura 14 - Espectro de linhas do Estrôncio na literatura -----	30
Figura 15 - Espectro de emissão do Sódio conforme observado através do espectroscópio alternativo -----	31
Figura 16 - Espectro de emissão do Sódio -----	31

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	15
3.1	Experimentação no Ensino de Química	15
3.2	A Utilização de Materiais Alternativos no Ensino de Química	16
3.3	O Modelo Atômico de Bohr	17
3.4	Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff	19
4	METODOLOGIA	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6	CONCLUSÃO	32
7	REFERENCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Química costuma ser tida como de difícil compreensão pelos estudantes (MARQUES et al., 2019). Muitas vezes não por suas complexidades, pois se trata de uma disciplina comum na grade curricular, mas sim pelas dificuldades que os docentes encontram para apresentar os conteúdos de maneira atrativa e envolvente para os discentes. Quando o docente não consegue efetuar essa metodologia, ele fica preso na prática tradicional de aula, fazendo com que os discentes tenham dificuldades na aprendizagem. Segundo Miranda e Costa (2007), essa prática tem influenciado negativamente na aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estudam na sala de aula, a natureza e a sua própria vida.

Segundo Marques e colaboradores (2019), uma das razões para essa dificuldade presente na construção do conhecimento se dá pelas complicações com as quais os professores se deparam ao tentar conciliar teoria e prática, uma vez que a maioria das escolas não possui laboratórios específicos de Química. Isso faz com que os professores mantenham-se atados ao ensino tradicional, dificultando um maior *feedback* entre professores e alunos.

As aulas experimentais se tornam primordiais para a aprendizagem de uma área do conhecimento sabidamente experimental, facilitando a compreensão dos temas trabalhados em sala, além de permitir a construção do conhecimento de forma sistemática. Os estudantes podem aplicar os conceitos científicos em experimentos e com diversas ferramentas podem manusear, controlar e observar tais experimentos. Todos esses fatores fazem com que o processo de ensino-aprendizagem seja efetivo, conseguindo manter teoria e prática em conjunto para uma melhor captação do tópico abordado, despertando o interesse do estudante pela disciplina. Esse método se mostra bastante eficaz no ensino de química, tornando as aulas mais dinâmicas e de mais fácil entendimento, uma vez que eles agora podem contextualizar os conteúdos vistos em sala e até mesmo relacioná-los ao cotidiano.

A contextualização e a interdisciplinaridade são fundamentais para a disciplina de Química, bem como aulas instigadoras e dinâmicas que despertem o interesse dos alunos. A metodologia de ensino, com a utilização de aulas práticas bem planejadas facilita muito a compreensão e a produção do conhecimento em Química. Incluem-se também demonstrações feitas pelo professor e experimentos realizados pelo próprio aluno buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar suas idéias ou então reestruturá-las, (SANTOS; SILVA; LUZ, 2018; MARQUES, 2019). Segundo Giordan (1999), o acúmulo de observações e dados, ambos obtidos da

experimentação, possibilitam a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, que foram vistos na sala de aula.

Entretanto, para a realização de uma aula prática, diversos fatores precisam ser considerados e os principais são: instalações da escola, material e reagentes requeridos e as escolhas das experiências (BUENO; KOVALICZN, 2008). Na rede pública de ensino os laboratórios para a realização dessas aulas são, na maioria das vezes, precários, não possuindo os materiais necessários utilizados nos experimentos, fazendo com que o objetivo da prática não seja alcançado. Pode-se ainda colocar em risco todos os envolvidos, devido à falta de equipamentos de segurança no local. Cabe ao professor buscar alternativas, como por exemplo, a realização de experimentos com materiais alternativos, podendo ser de fácil obtenção, até mesmo domésticos, pois o objetivo da experimentação é possibilitar ao aluno a criação de modelos que tenham sentido para ele, a partir de suas próprias observações (HESS, 1997).

Neste trabalho buscou-se desenvolver um material alternativo a fim de auxiliar a compreensão de um dos conteúdos que envolvem alto grau de abstração, que é o estudo dos modelos atômicos, especialmente aqueles que utilizam conceitos da mecânica quântica, como o modelo atômico de Bohr. Uma das características desse modelo é explicar a emissão de luz pelo átomo de hidrogênio e o seu característico espectro de linhas. Tais espectros são obtidos utilizando um aparelho conhecido como espectroscópio. No presente trabalho, é apresentada a construção de um espectroscópio utilizando materiais alternativos e de baixo custo para a identificação, em sala de aula, dos espectros de linhas de diversos elementos utilizando materiais de fácil acesso.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Construir um espectroscópio rudimentar utilizando materiais de baixo custo, com o propósito de visualizar os espectros de linhas de alguns elementos.

2.2 Objetivos específicos

Através da utilização de materiais de baixo custo, construir um modelo de espectroscópio alternativo;

Compreender as linhas apresentadas nos espectros observados e diferenciar cada elemento utilizando a emissão característica de luz de certos comprimentos de onda.

A partir da aplicação na sala de aula, relacionar os espectros apresentados através do espectroscópio com o conteúdo demonstrado no assunto das aulas teóricas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Experimentação no Ensino de Química

A experimentação no ensino de Química tem um grande papel na aprendizagem do aluno. Com a apresentação do conteúdo em sala de aula e o experimento, o estudante terá maior compreensão sobre o assunto, observando a experimentação como outro meio de ensino. Segundo Valentim e colaboradores (2016): “as atividades experimentais no ensino médio, se bem planejadas, podem ser empregadas como um recurso versátil no processo de ensino e aprendizagem de Química”.

No Ensino Médio, a disciplina de Química é composta (na maioria das vezes) por aulas expositivas, sem a real participação do estudante. Logo a disciplina torna-se “chata” e “mecanizada” onde os alunos encontrarão apenas cálculos e teorias no estudo. Dessa forma, o aluno poderá enxergar a Química como uma ciência composta apenas de fórmulas e leis a seguir, tornando-a uma disciplina difícil e, por vezes, “insuportável” (SANTOS; SILVA; LUZ, 2018). A experimentação é capaz de apresentar esse mesmo conteúdo de forma prática e ainda podendo relacionar com o cotidiano do aluno, o que apenas raramente é considerado.

Os estudantes, na maioria dos conteúdos apresentados na disciplina, sentem dificuldade ou não conseguem compreender o assunto apresentado, quando a metodologia da aula é expositiva. Segundo Lima e Alves (2016), quando são utilizadas apenas aulas expositivas, elas acabam se tornando monótonas, fazendo com que seus conteúdos sejam de difícil compreensão para o aluno.

A Química não é só “passar” teoria para os alunos, mas também proporcionar a formação do estudante capaz de ter uma compreensão mais ampla do conhecimento, e um senso crítico para as questões do mundo, além da capacidade de interpretar, analisar e resolver situações-problema. Os alunos e professores têm que ter em mente o “caráter dinâmico” da Química, que está sempre mudando como nas teorias que são substituídas por uma mais atualizada ou aquelas que uma completa a outra, por isso “O conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança.” (BRASIL, 2000, p. 31).

A experimentação pode consistir em uma estratégia eficiente para o aparecimento de situações reais que permitam a contextualização com outros conteúdos e os esforços de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009; SOARES, 2015). Nesta perspectiva os experimentos serão usados para a demonstração de um assunto na prática, sendo que os

educandos já terão conhecimento da teoria envolvida na atividade experimental, consistindo em uma assimilação dos assuntos estudados.

A Experimentação no ensino da Química também terá uma função pedagógica quando o aluno for auxiliado na compreensão de fenômenos e conceitos químicos através da atividade experimental. Segundo Alves Filho (2000) o objetivo pedagógico deve ser aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o interativo, no qual os estudantes podem participar de forma ativa. Isso é possível porque a natureza dessa ciência é, essencialmente, experimental.

Além disso:

as novas perspectivas para o Ensino Médio dizem que a o ensino da Química deve ser valorizado, na qualidade de instrumento cultural e essencial na educação humana, como meio co-participante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade (BRASIL, 2006).

3.2 A Utilização de Materiais Alternativos no Ensino de Química

Quando se trata do ensino de Química, vê-se como indispensável à existência de um laboratório nas escolas para que os professores possam desenvolver seus experimentos, para que a aprendizagem passada para os estudantes seja mais efetiva, para também poder relacionar o conteúdo demonstrado na sala de aula com algo do cotidiano visto no experimento.

No entanto, poucas escolas públicas possuem ou utilizam laboratórios que estejam disponíveis nos espaços escolares. Sendo assim, utiliza-se metodologia preferencialmente a metodologia de aula expositiva, onde a teoria é apresentada para os discentes. Quando não há laboratório disponível para a utilização nas aulas, o aproveitamento dos materiais alternativos no ensino de Química é um meio para contribuir com a aprendizagem do aluno sobre determinado conteúdo apresentado na aula. O uso da experimentação com materiais alternativos é uma forma de tornar o ensino de Química mais atrativa e eficaz em escolas que não apresentam condições adequadas de infra-estrutura (ALVES; MENDES, 2016).

A utilização dos materiais alternativos para a aprendizagem é mais um meio de facilitação para a compreensão dos assuntos estudados na disciplina. É empregado em situações em que o laboratório de Química no espaço escolar é deficitário ou mesmo inexistente. Com isso, os aproveitamentos dos materiais ditos alternativos promovem uma adequação e adaptação satisfatória para que a atividade experimental ocorra.

A aprendizagem dos alunos deve ser baseada em princípios fundamentais da Química mediante a observação e interpretação dos fenômenos químicos, sem a utilização de grandes quantidades de reagentes e técnicas com maior sofisticação. Segundo Dias e colaboradores (2013), 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.

Pelo contrário, a Química pode ser trabalhada em sala de aula, utilizando-se materiais encontrados e manipulados no dia a dia do aluno, sem, contudo, desmerecer a importância do laboratório e de recursos apropriados para este fim. Por isso, que os materiais utilizados são classificados como materiais *alternativos*.

Para Cunha (2018):

O uso de materiais de baixo custo vem para suprir muitas dificuldades, onde são elaboradas práticas que os alunos participam diretamente quando não é o mesmo que produz, a partir destes experimentos quebra-se a rotina da sala de aula deixando o quadro e apagador no escanteio, abrindo espaço para uma aprendizagem significativa, o aluno deixou de ser um espectador e passou a ser um produtor, produzindo seu próprio conhecimento esclarecendo suas dúvidas e ampliando sua zona de conhecimento (CUNHA, 2018, pag. 1,2).

3.3 - Modelo Atômico de Bohr

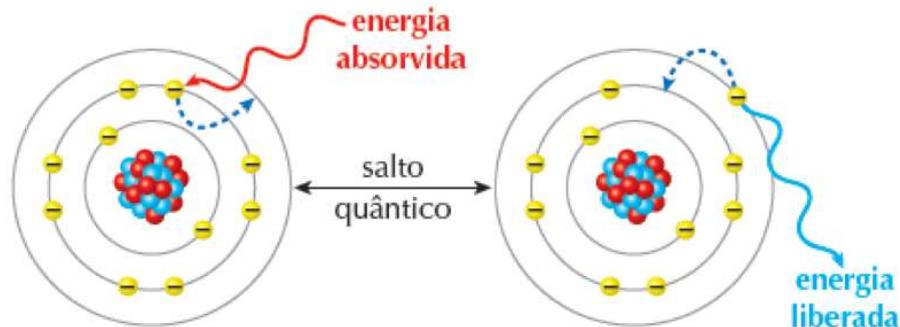
O modelo atômico de Bohr foi proposto pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), que teve como principal característica explicar o comportamento do espectro de emissão do átomo do hidrogênio, uma lacuna que o modelo atômico de Rutherford não era capaz de explicar.

Segundo Curado (2019), na conclusão de suas pesquisas e experimentos, Bohr chegou a alguns fundamentos importantes. Um deles foi à consideração do princípio da quantização da energia atômica, que estipula que cada elétron pode modificar sua energia apenas por uma quantidade específica, ou seja, a energia não variava continuamente, mas de maneira discreta. Para excitar os níveis eletrônicos de um átomo ou molécula é, em geral, necessária radiação de alta energia, na região do visível e/ou do ultravioleta do espectro eletromagnético.

Cada elétron descreve uma órbita, ou estado estacionário, que não é necessariamente fixa no sentido que, se o elétron absorve energia, ele salta para uma órbita

mais afastada do núcleo (salto quântico). Quando o elétron libera esta energia, retorna para uma órbita mais próxima ao núcleo, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Absorção e emissão de energia em um átomo, levando à excitação eletrônica



Fonte: CISCATO, PEREIRA e CHEMELLO, 2015

Quando um gás (ou vapor a baixa pressão) é excitado por algum meio (chama, diferença de potencial elevada, entre outros), a radiação emitida possui um espectro que contém apenas alguns comprimentos de onda discretos, e cada elemento químico exibe um único espectro de linhas quando uma amostra do mesmo é excitada. Há ainda os espectros de absorção, que registram a luz emitida por uma fonte de radiação; caso essa luz encontre um “obstáculo”, como uma nuvem de gás, esta última absorverá a radiação de certos comprimentos de onda, fazendo com que o espectro observado apresente algumas “falhas”, indicando os comprimentos de onda absorvidos pelo gás. Os dois espectros (emissão e absorção) são complementares, como se pode observar na Figura 2.

Figura 2 – Exemplo de espectro de linhas de absorção (acima) e emissão (abaixo) para o Hidrogênio



Fonte:Fauth, 2011

O modelo atômico de Neils Bohr baseia-se em alguns postulados que pontuam a existência das órbitas permitidas aos elétrons e suas energias, assim como o mecanismo através do qual se dá a absorção e emissão da energia por um átomo. O modelo de Bohr, que inclui termos e aspectos da mecânica quântica obteve sucesso ao prever corretamente a posição das linhas espectrais para o átomo de Hidrogênio, falhando, porém, para os demais elementos da tabela periódica. Por vezes tratado como um modelo planetário para o átomo, em que o núcleo seria análogo ao Sol e os elétrons análogos aos planetas em órbitas, o modelo de Bohr permanece até hoje como uma imagem duradoura da forma do próprio átomo no imaginário popular.

Apesar das limitações do modelo, o mesmo continua presente de forma contundente nos livros didáticos de Química nos diversos níveis (FONCESCA, 2014; PERUZZO; CANTO, 2006; SANTOS; MOL, 2010), não apenas pela sua relevância histórica, mas também pelo sucesso em explicar o espectro experimental para o Hidrogênio e fornecer uma interpretação correta para o processo de absorção e emissão de energia pelos elétrons nos átomos (apenas a mecânica quântica viria a elucidar a questão de maneira mais satisfatória).

3.4 Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff

O Espectroscópio é um dispositivo óptico para produzir e observar um espectro de luz ou radiação de qualquer fonte, consistindo essencialmente em uma fenda através da qual passa a radiação, uma lente colimadora e um prisma, que divide a luz em seus diferentes comprimentos de onda, que os seres humanos vêem como cores diferentes (ESPECTROSCÓPIO, 2019). Ele tem a característica de expandir as cores, e com isso é possível identificar a presença de um dado elemento devido às cores que surgem em seu espectro, visto que cada elemento emite uma luz com cores características quando seus elétrons retornam para seu estado inicial depois de serem excitados.

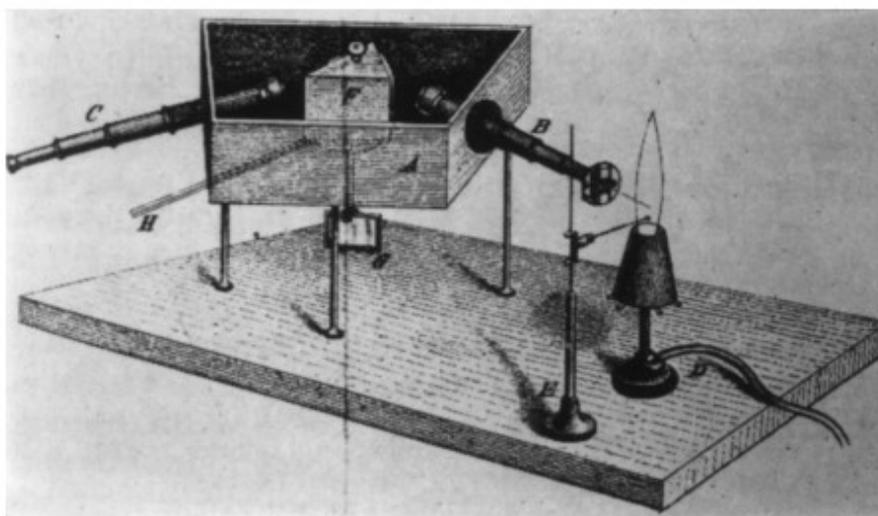
Em meados do século XIX, Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff criaram o primeiro espectroscópio, onde descobriram dois novos elementos que hoje estão presente na tabela periódica: o Césio e o Rubídio. Eles observaram que, quando se insere o sal de determinado elemento na chama a cor da chama tinha uma mudança na sua coloração e depois voltava para sua cor inicial. Segundo Chagas e Encarnação (2011), em uma das visitas de Kirchhoff no laboratório de Bunsen, ele sugeriu que se a luz que se emitia durante a queima do sal passasse pelo prisma, poderiam ter resultados mais satisfatórios.

Ainda segundo Chagas e Encarnação (2011):

Valendo-se da espectroscopia, Bunsen e Kirchhoff viram que cada elemento apresentava um espectro definido, ou seja, as cores que compunham a sua luz podiam ser vistas, anotadas e medidas. Esse espectro funcionava como uma espécie de impressão digital e poderia ajudar na caracterização e diferenciação dos elementos químicos que compõem a natureza.

A composição desse equipamento consistia, em um telescópio fixado de um lado da chama, só que, entre esses espaços do telescópio com a fonte de chama, teria uma caixa com duas fendas nas suas extremidades e um prisma no meio dela (ver Figura 3).

Figura 3 – Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff



Fonte: Filgueras,1996

A substância a ser examinada é colocada na chama, e a luz, após passar pela fenda, incide sobre o prisma. Há então uma divisão das partes constituintes e formam-se raias coloridas, que passam pelo telescópio, são ampliados e incidem sobre a retina. As linhas coloridas que chegam à retina é o espectro de emissão de cada elemento. Para Filgueiras (1996), O espectro observado daquele material excitado das protuberâncias era um espectro de emissão, uma vez que não havia a possibilidade de absorção pela atmosfera solar.

Para Santana e Santos (2017), o dispositivo e as leis da espectroscopia demonstradas por Kirchhoff permitiram o desenvolvimento de uma técnica eficaz para a identificação de elementos químicos através dos espectros produzidos.

Considerando o exposto, este trabalho visa à produção de um espectroscópio de baixo custo, utilizando materiais alternativos. Uma vez que o chamado “teste da chama” (no qual observa-se a cor adquirida por uma chama ao excitar amostras de alguns elementos) é

uma prática comum de laboratório tanto em nível médio quanto nas disciplinas introdutórias dos cursos de graduação, buscou-se aqui ampliar o alcance destas práticas, com a adição da observação direta das linhas espectrais de alguns elementos.

4 METODOLOGIA

Para a confecção do espectroscópio a ser aplicado no presente trabalho foram utilizados, em sua maioria, materiais de baixo custo, encontrados em lojas, papelarias e/ou casas de materiais de construção. Uma vez que o equipamento é composto de: colimador, prisma (material que realiza a separação da luz incidente) e luneta, cada porção será confeccionada separadamente.

Os materiais utilizados estão apresentados na Figura 4 e correspondem a: canos de PVC de 50 mm e 40 mm, luvas de cano de PVC, Cap de PVC, lupas (lentes de aumento) de 50 mm, lente de monóculo (que atua como lente ocular), rede de difração (1000 linhas/mm), resina epóxi, fita adesiva dupla face do tipo “bananinha” e tina de cor preto fosco.

Figura 4 – Materiais utilizados para a construção do espectroscópio alternativo

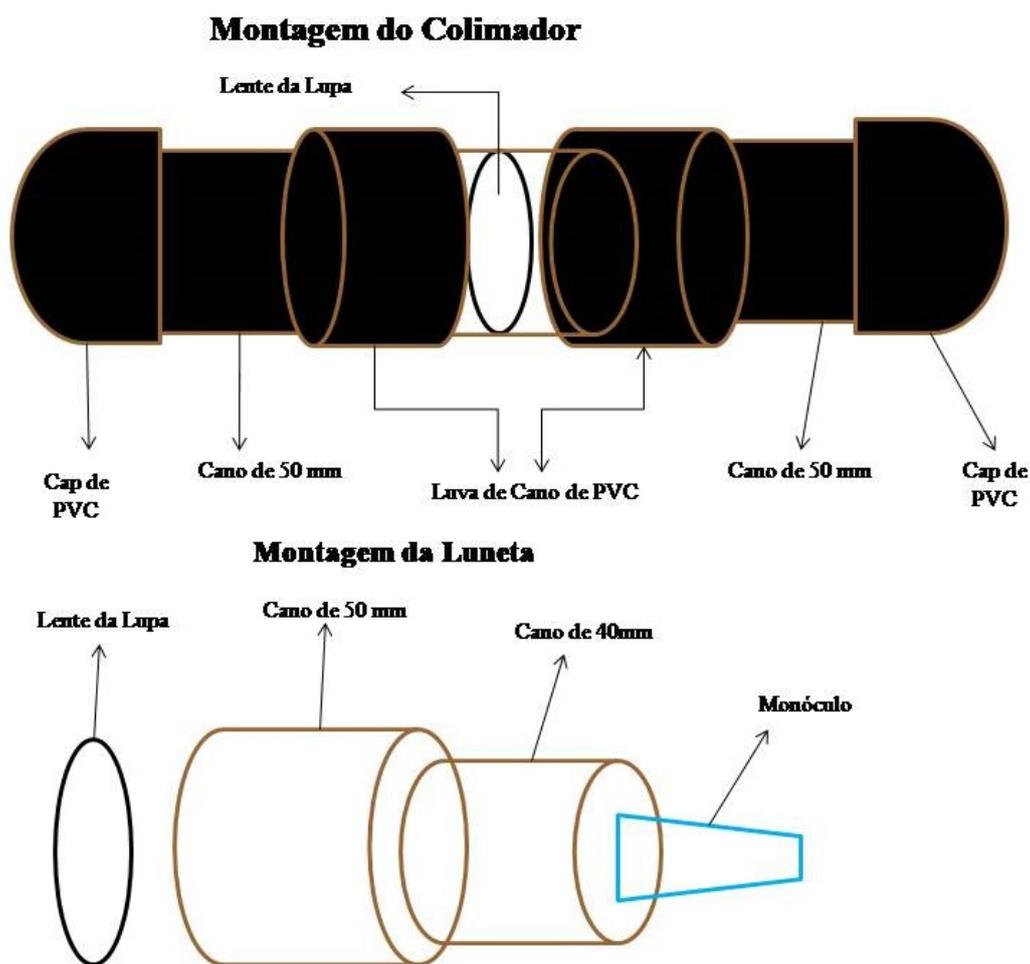


Fonte: O autor, 2020

Dentre os materiais utilizados, destaca-se a Rede de Difração. Esta substitui o prisma na tarefa de separar a luz incidente em seus comprimentos de onda característicos de cada

elemento. A substituição deu-se após uma pesquisa de preços, indicando valores próximos a R\$ 50,00 para a rede de difração e R\$ 80,00 para os prismas triangulares. A montagem do espectroscópio alternativo tentou simular o modelo conforme divisado por Bunsen e Kirchoff, seguindo o esquema indicado na Figura 5.

FIGURA 5- Esquema para a montagem do equipamento



Fonte: O autor, 2020

Na sequência, o espectroscópio alternativo foi analisado juntamente com alguns reagentes escolhidos para analisar os seus respectivos espectros de linha a partir do teste de chama e compará-lo com os espectros de linhas apresentados na literatura.

Para a análise das linhas do espectro foram escolhidos os elementos: Sódio (Na), que atribui uma intensa coloração amarela à chama do bico de Bunsen e apresenta a característica linha amarela, a linha D do sódio; Cálcio, que atribui uma coloração vermelha à chama do bico de Bunsen e também o Estrôncio, capaz de tornar a chama também avermelhada. O

objetivo desta escolha foi uma comprovação da capacidade de identificação do espectroscópio alternativo, visto que, apenas com a observação visual torna-se difícil identificar se a coloração avermelhada da chama é ocasionada pelo cálcio ou pelo estrôncio, no entanto, as linhas espectrais são únicas para cada elemento, tornando sua identificação imediata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da separação de todos os materiais que eram necessários para a construção do equipamento, foi iniciada a construção primeiramente da luneta. Para a construção da luneta foi utilizado pedaços de cano de PVC de larguras de 40 mm e 50 mm, uma lente de lupa escolar de 50 mm, e uma lente ocular retirada de um monóculo (caso não se encontre um monóculo conforme descrito, uma lente de relojoeiro pode ser utilizada). No início, ocorreu o processo de lixamento dos canos, visto que ambos deveriam ser pintados com a tinta de cor preto fosco (em especial a porção interna). Foi preciso pintar os canos de preto, para que no momento da aplicação do equipamento não ocorresse interferência nos resultados, visto que a cor preta representa a ausência de luz, logo, se não tivesse ocorrido à pintura dos materiais poderia haver interferência devido às cores originais do cano. Esse processo de pintura foi realizado duas vezes para que não ficassem imperfeições de pintura nos canos.

Após esse procedimento, foi executada a adição da lente do monóculo em uma extremidade do cano de 40 mm (fixado com a resina epóxi); e em uma extremidade do cano de 50 mm foi inserida a lente retirada da lupa (lente objetiva, de formato bicôncavo). Na outra extremidade do cano de 50 mm, foi envolvida no seu interior a fita dupla face e logo após foi adicionado por cima dessa fita à parte do cano de 40 mm que ainda não tivesse sido realizado nenhum procedimento, formando assim uma luneta construída com materiais de baixo custo (de fato, este equipamento simples representa uma luneta completamente funcional, podendo ser utilizada em aulas de física óptica, por exemplo). A porção onde os dois pedaços de cano foram interligados (mantidos presos devido à fita dupla face) permite que ocorra uma regulagem no foco da imagem da luneta, possibilitando assim uma mudança de tamanho conforme pode ser visualizado na Figura 6.

Com a finalização da confecção da luneta foi iniciada a construção do outro componente do espectroscópio, o colimador. Primeiramente foram abertas as fendas nos Caps de PVC, fendas verticais que tem por objetivo limitar a entrada e a saída de luz; quanto mais estreita a fenda, mais estreitas serão as linhas espectrais observadas. Nisso, foram realizados os mesmos procedimentos de lixamento e pintura que foi realizado anteriormente na luneta, agora nos materiais que foram utilizados para a construção do colimador conforme está apresentado na Figura 5. Após todos os procedimentos realizados, o colimador teve como resultado o que pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 6 –Luneta confeccionada



Fonte: O autor, 2020

Figura 7 – Colimador

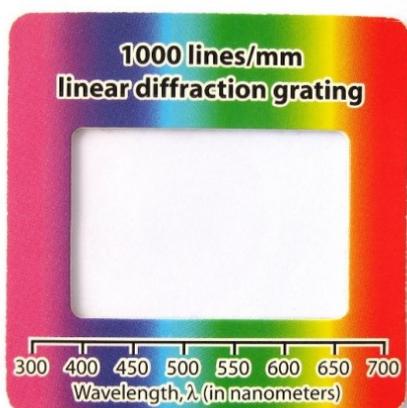


Fonte: O autor, 2020

A função do sistema colimador é garantir que a luz que passa pela fenda (a princípio em todas as direções possíveis) seja tornada paralela ao sair do sistema. Isso é possível desde que a fenda seja posicionada no foco da lente utilizada no colimador.

Para que fosse possível a visualização dos espectros de emissão foi utilizada uma rede de difração. Uma rede de difração é um dispositivo que têm múltiplas fendas ou ranhuras paralelas, eqüidistantes e de mesma largura. Um feixe de luz que incide nesta rede é difratado e os raios provenientes das diversas fendas interferem formando uma figura de intensidade variável (Figura 8).

Figura 8 – Rede de difração



Fonte: O autor, 2020

Posteriormente, com a confecção de todos os equipamentos realizada, ainda foi incluída a fabricação de um suporte para que o espectroscópio ficasse estabilizado no momento da análise. Tal suporte foi confeccionado em madeira. A depender da posição e altura do bico de Bunsen pode ser necessário utilizar outros suportes ou uma plataforma que permita posicionar o equipamento em uma posição elevada. O equipamento com todas as suas partes podem ser visualizados na Figura 9. O colimador (direita na Figura 9) ainda sofreu uma alteração em relação ao projeto inicial, de sorte que um dos Caps de PVC (contendo a fenda através da qual a luz paralela sairia em direção à rede de difração) foi retirado, deixando a lente bicôncava exposta.

Figura 9 – Espectroscópio construído com o suporte



Fonte: O autor, 2020

Com o espectroscópio construído, foram iniciados os trabalhos de testes e definições sobre quais reagentes poderiam ser analisados através de seus espectros de linha a partir do teste de chama. Todo andamento de construção até a análise dos elementos foi realizado no laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Sousa, visto que o laboratório possuía um espaço mais adequado, além das ferramentas necessárias para o desenvolvimento.

Os elementos que foram escolhidos para serem analisados no espectroscópio foram: Cálcio, Estrôncio e Sódio, que tem as cores no teste da chama, amarelo para o Sódio e vermelho para o Estrôncio e o Cálcio. Para realizar o teste de chama, foram utilizados sais desses elementos, especificamente os cloretos de cada metal. Somente através do teste da chama não seria possível diferenciar o Cálcio e o Estrôncio visto que ambos têm a mesma cor na chama, sendo assim para diferenciar uma das formas é preferível aplicar a espectroscopia utilizando o espectroscópio.

Figura 10 – Sais utilizados no teste da chama: NaCl, SrCl₂ e CaCl₂

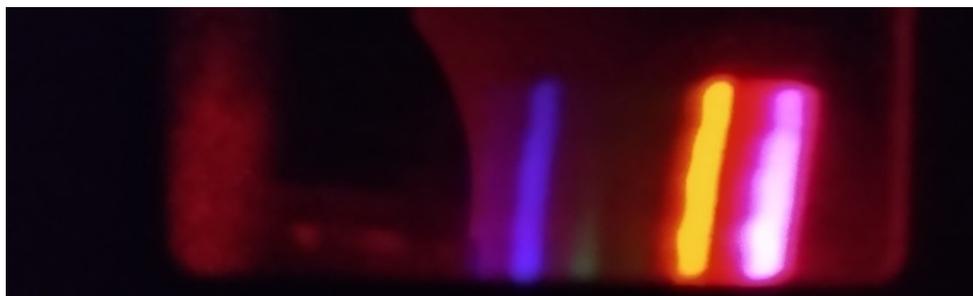


Fonte: O autor, 2020

Inicialmente o cloreto de cálcio foi analisado, de modo que pudemos observar claramente a coloração avermelhada da chama do bico de Bunsen ao, com a alça de platina, submetermos o sal a chama. Ao utilizarmos o espectroscópio alternativo, por sua vez, foi possível visualizar um espectro de linhas de emissão, demonstrando na Figura 11.

É importante ressaltar que este experimento foi conduzido durante o turno da noite, de modo que foi possível manter o ambiente submetido à pouquíssima luz proveniente de outras fontes; caso seja imprescindível realizar o experimento sob luz do dia, recomenda-se a construção de uma proteção que possa cobrir a rede de difração e as lentes dos componentes descritos (ver Figura 3, com o modelo de Bunsen e Kirchhoff).

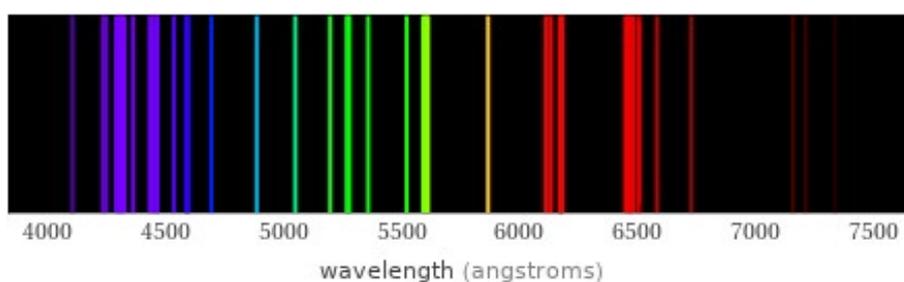
Figura 11 – Espectro de linhas do Cálcio obtido com o espectroscópio alternativo



Fonte: O autor, 2020

Na visualização do espectro de emissão do Cálcio foi possível detectar três faixas de luz. O espectro também foi quase possível demonstrar uma quarta faixa, essa de cor verde. Na Figura 11 é possível visualizar uma pequena sombra da cor verde próximo a faixa de cor azul. Considerando a simplicidade do equipamento construído, não é possível calcular o comprimento de onda de cada linha, mas é possível comparar o espectro que foi registrado com o espectro de linha/emissão que está presente na literatura, que é visualizado na figura 12. Ainda sob o ponto de vista da simplicidade do equipamento alternativo, focaremos nossos resultados em uma análise qualitativa.

Figura 12 – Espectro de linhas do Cálcio



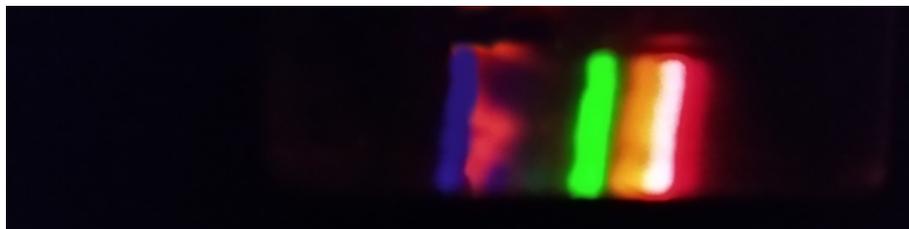
Fonte: Wolfram Alpha, 2020

Comparando entre as duas imagens dos espectros foi possível detectar três faixas que estava presente em ambos os espectros: Uma banda da cor azul, outra banda de espectro da cor laranja e outro que no espectro da literatura é vermelho e no espectroscópio teve uma coloração rosa (que aos olhos apresentava-se como vermelha; as configurações da câmera que registrou o espectro poderiam de fato não ser as mais adequadas).

Na sequência foi analisado o Estrôncio, que apresenta também uma característica cor vermelha quando excitado pela chama do bico de Bunsen. A partir da utilização do

espectroscópio foi possível a visualização do espectro de linha do elemento conforme pode ser visto na figura 13.

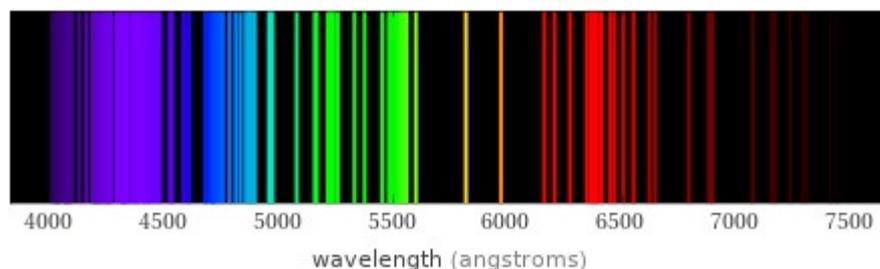
Figura 13 – Espectro de linha do Estrôncio registrado pelo espectroscópio alternativo



Fonte: O autor, 2020

Na visualização do espectro de emissão do Estrôncio foi possível detectar quatro faixas de luz, no vermelho, laranja, verde e azul. Comparando-se com o espectro obtido para o cálcio, vê-se uma linha bastante intensa no verde para o Estrôncio, algo marcadamente distinto do caso anterior, além da separação relativa entre as linhas, que tornaram a tarefa de distinguir esses dois elementos como algo relativamente trivial. O espectro de linha/emissão do Estrôncio que está presente na literatura pode ser visualizado na Figura 14 abaixo:

Figura 14 - Espectro de linhas do Estrôncio na literatura



Fonte: Wolfram Alpha, 2020

Comparando entre as duas imagens dos espectros foi possível detectar quatro faixas que estava presente em ambos os espectros: Uma banda da cor azul, outra banda de espectro da cor laranja, outra banda da cor verde e outro que no espectro da teoria é vermelho e no espectroscópio teve uma coloração rosa (novamente, vermelha aos olhos).

Outra questão que foi levantada foi a questão dos elementos Cálcio e Estrôncio, sendo que ambos apresentam a coloração vermelha no teste de chama, tornando a identificação visual bastante difícil. Com a utilização do espectroscópio alternativo foi

possível diferenciar os dois elementos. No espectro registrado no elemento Cálcio só foram registradas três faixas no espectro, já no espectro do Estrôncio foram registradas quatro faixas.

Em seguida incluiu-se ainda o Sódio, que “empresta” à chama uma característica cor amarela. O espectro de emissão do sódio, tal qual observado pelo espectroscópio alternativo é mostrado na figura 15.

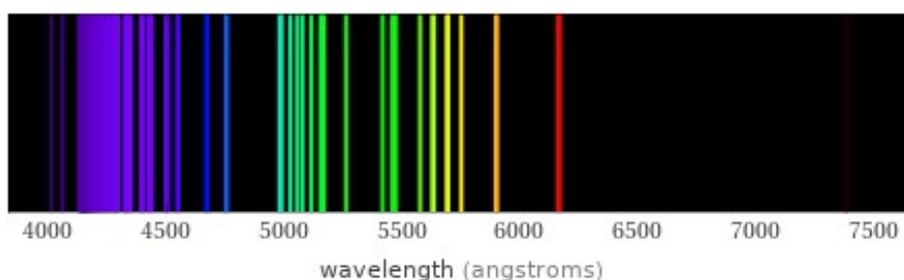
Figura 15 – Espectro de emissão do Sódio conforme observado através do espectroscópio alternativo



Fonte: O autor, 2020

Na visualização do espectro de emissão do Sódio foi possível detectar apenas uma faixa de luz, de cor muito semelhante à da própria chama, ou seja, amarela. O espectro de emissão do Sódio conforme descrito na literatura é apresentado na Figura 16 abaixo.

Figura 16 – Espectro de emissão do sódio



Fonte: Wolfram Alpha, 2020

Comparando entre os espectros pode se constatar que o espectro fotografado no espectroscópio construído com o espectro da literatura, somente uma faixa é coincidente. A faixa que tem coloração amarela (conhecida como linha D), visto que, o espectroscópio “caseiro” só representou uma faixa de espectro. Uma explicação para ter visualizado só uma faixa no espectro, é que chama intensa da cor amarela no bico de Bunsen pode ter escondido as outras faixas quando transmitiu para a rede de difração.

6 CONCLUSÃO

Trabalhar de forma prática em sala de aula sempre é uma excelente alternativa quando o assunto abordado propicia experiências do tipo, entretanto o desafio de uma aula experimental em escolas sem laboratorios disponiveis parece sempre ser um problema, haja vista o sucinto número de experimentos possíveis de serem realizados em escolas carentes em reagentes e materiais. Podemos ao longo desse trabalho observar que essa situação pode sim ser contornada, o experimento realizado aqui propiciou uma base sólida para que trabalhos com materiais alternativos na área da química sejam mais explorados em escolas públicas. Nesse caso seria interessante que o docente incentivasse a prática com materiais alternativos e utilizando regentes de fácil acesso para os estudantes.

O trabalho aqui apresentado mostrou uma junção de métodos alternativos a forma tradicionalista de ensino e ainda sim eficiente, mostrando que inovar é necessário e os próprios alunos sentiram essa mudança e corresponderam em forma de níveis de satisfação. Acreditamos que esse trabalho possa vir a ser uma ferramenta útil para apoiar futuros pesquisadores sobre metodologias que fujam do sistema tradicionalista de ensino e se aproxime da ideia de inovação e tecnologia da nossa sociedade atual.

Com a utilização do espectroscopio construido com materiais de baixo custo foi possível explanar de outra forma o conteúdo de modelos atômicos, mais especificamente o de Neils Bohr e a explicação do assunto mostrado no teste de chama, que os alunos não visualizaria somente a cor da chama quando o elemento recebe energia na forma de calor, também será possível a visualização dos espectros de emissão e pode-lo comparar com o que está presente na literatura de modo qualitativo.

7 REFERENCIAS

ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

ALVES, Tamires Cesquine; MENDES, Ana Nery Furlan. **A Inserção da Experimentação com Materiais Alternativos em uma Escola Pública do Município de São Mateus/ES**. In: ENCONTRO NACIONAL DO ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. Anais... . Florianópolis: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1296-1.pdf>>. Acesso em: 02 de maio de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC, 2000.

BUENO, R. de S. M.; KOVALICZN, R. A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades**. Curitiba: SEED- PR/ PDE, 2008 (Portal diaadiaeducacao.pr.gov.br).

CISCATO, PEREIRA e CHEMELLO. **Química**, Vol. 1. 1ª Edição. Editora Moderna, 2015, p. 87.

CUNHA, Jaqueline Mendes Da et al.. **"Do conhecimento popular a prática em sala de aula: experimento com materiais de baixo custo para o conteúdo de sistema, substâncias puras e misturas"**. Anais III CONAPESC... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/43083>>. Acesso em: 25/10/2020

CHAGAS, Catarina; ENCARNAÇÃO, Bianca. **Robert Bunsen, Gustav Kirchhoff e o uso do espectroscópio na química**. 2011. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2011/07/robert-bunsen-gustav-kirchhoff-e-o-uso-do-espectroscopio-na-quimica.html>>. Acesso em: 02 set. 2019.

CURADO, Adriano. **Modelo Atômico de Bohr – o que é, contexto histórico, fundamentos, falhas**. 2019. Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/modelo-atomico-de-bohr/>>. Acesso em: 01 set. 2019.

DIAS, J. H. R. et. al. **A utilização de materiais alternativos no ensino de química: um estudo de caso na E.E.E.M. Liberdade do município de Marabá-Pará**. In: 36ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2013, Águas de Lindóia. **Anais**. Disponível em:< <http://www.eventoexpress.com.br/cd36rasbq/resumos/T0744-1.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2019

ESPECTROSCÓPIO. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/espectroscopio>>. Acesso em: 02 set. 2019.

FONSECA, M. R. M. Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia. 1ª edição. São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2014.

FAUTH, Anderson Campos. **O átomo de Bohr**. 2011. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~fauth/1OrigensMecanicaQuantica/2OatomoDeBohr/AtomoBohr.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FILGUEIRAS, C. A. L. **A espectroscopia e a química – Da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica**. Química Nova na Escola, n. 3, p. 22-25, mai. 1996.

GIORDAN, Marcelo. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos-sp. **Atas**. [s.i]: Abrapec, 1999. p. 1 - 3. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.

GUIMARÃES, C.C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo a Aprendizagem significativa**. Química nova na Escola, v.31, n.3, p.198-202, 2009.

HESS, S. **Experimentos de Química com Materiais Domésticos**: Ensino Médio. São Paulo. Moderna, 1997.

LIMA, José Ossian Gadelha de; ALVES, Idarlene Marcelino Rodrigues. **Aulas experimentais para um ensino de Química mais significativo**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 428-446, abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2913>. Acesso em: 29 out. 2020.

MARQUES, André Vinicius Lopes et al. **A Construção e Aplicação de um Condensador Usando Materiais Alternativos Para a Destilação de Álcool e Cetona**. In: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO, 6., 2019, Campina Grande. **Anais** [...]. Fortaleza: Editora Realize, 2019. v. 1,. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/resumo.php?idtrabalho=1637>. Acesso em: 22 jan. 2020.

MIRANDA, D. G. P; COSTA, N. S. **Professor de Química: Formação, competências/habilidades e posturas**. 2007. Disponível em:< <http://www.ufpa.br/eduquim/formdoc.html>> Acesso em: 30 de Agosto de 2019.

PERUZZO. F.M.; CANTO. E.L., **Química na abordagem do cotidiano**, volume 1, 4ª edição, ed moderna, São Paulo, 2006

SANTANA, Fábio Bartolomeu; SANTOS, Paulo José Sena dos. Espectroscopia e modelos atômicos: uma proposta para a discussão de conceitos de física moderna no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 555-589, 9 ago. 2017. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

SANTOS, Évany Silva dos; SILVA, Cícero Romerio Pereira da; LUZ, José Anderson Pereira da. **A Experimentação Como Ferramenta Facilitadora No Ensino De Química**. In: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO, 5ed., 2018, Recife. **Anais...** .Campina Grande: Editora Realize, 2016.

SANTOS, Wildson e MOL, Gerson. Química cidadã. Vol 3, 1a ed. Ed Nova Geração, São Paulo, 2010.

SOARES, Jainilson Aparecido Santana. **Aplicação de Recursos Alternativos em Aulas Experimentais de Química no Ensino Médio Para a Educação do Campo**. 2015. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Educação do Campo, Universidade de Brasília, Planaltina, 2015. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/13411/1/2015_JainilsonAparecidoSantanaSoares.pdf. Acesso em: 28 out. 2020.

VALENTIM, João Augusto et al. **Química Orgânica Experimental no Ensino Médio e os Conceitos Envolvidos: Uma Revisão**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18ed, 2016, Florianópolis. **Anais...** . Florianópolis: Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química, 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1177-1.pdf>>. Acesso em: 27 de maio de 2019.

WOLFRAM ALPHA (org.). **Spectrum Calcium**. Traduzida. Disponível em: <https://www.wolframalpha.com/input/?i=Spectrum+Calcium>. Acesso em: 23 nov. 2020.

WOLFRAM ALPHA (org.). **Spectrum Sodium**. Traduzida. Disponível em: <https://www.wolframalpha.com/input/?i=Spectrum+sodium>. Acesso em: 23 nov. 2020.

WOLFRAM ALPHA (org.). **Spectrum Strontium**. Traduzida. Disponível em: <https://www.wolframalpha.com/input/?i=Spectrum+Strontium&assumption=%7B%22DPCla sh%22%2C+%22AtomicLineEC%22%2C+%22Spectrum+Strontium%22%7D+%3E+%7B%7B%22Strontium%22%2C+1%7D%7D>. Acesso em: 23 nov. 2020.