



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

ANGÉLICA DE FREITAS SILVA

**A ABORDAGEM DO MODELO ATÔMICO DE BOHR
ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
UTILIZANDO O MÉTODO DA FLUORESCÊNCIA**

ARIQUEMES – RO

2017

Angélica de Freitas Silva

**A ABORDAGEM DO MODELO ATÔMICO DE BOHR
ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS
UTILIZANDO O MÉTODO DA FLUORESCÊNCIA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura.

Profº Orientador: Ms. Jhonattas Muniz de Souza

Ariquemes - RO

2017

Angélica de Freitas Silva

**A ABORDAGEM DO MODELO ATÔMICO DE BOHR
ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS UTILIZANDO
O MÉTODO DA FLUORESCENCIA E FOSFORESCENCIA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Química da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Orientador Ms. Jhonattas Muniz de Souza
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Prof. Esp. Isaias Fernandes Gomes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Prof. Esp. Jociel Honorato de Jesus
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Ariquemes, 30 de Junho de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado forças nesses três anos e meio, protegendo e abençoando de todo mal e perigo desse percurso de Ariquemes e Jaru.

Ao Prof. Orientador, pela dedicação em todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Ao Meu Esposo Patrick Costa Santos que desde o começo me incentivou, não deixando desanimar.

A minha querida amiga Keytlyn Stéfany Luciano Gonçalves, que sempre esteve ao meu lado nesses três anos e meio, me apoiando ajudando em todos os momentos.

Aos amigos e colegas, pela força e incentivos.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A minha querida família IBNA (Igreja Batista Nova Aliança) que sempre esteve orando por mim, por demonstrarem carinho, e por me entenderem nos momentos que tive que me ausentar de alguns trabalhos da igreja, para me dedicar aos estudos.

A todos que, de algum modo, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

*Qualquer trabalho científico, qualquer descoberta,
qualquer invenção é um trabalho universal.
Ele está condicionado, em parte pela
cooperação de contemporâneos, em
parte pela utilização do trabalho de
seus predecessores.*

(KARL MARX)

RESUMO

A fluorescência e fosforescência são fenômenos visualmente atraentes, que despertam curiosidade de pessoas de todas as idades. Trata-se de fenômenos que envolvem a absorção de energia e sua posterior re-emissão, ou seja, emissão de luz resultante de um processo de excitação eletrônica, que pode ocorrer na forma de fluorescência (onde a emissão de luz cessa quando a fonte de energia é desligada) ou como fosforescência (que pode durar horas mesmo depois de desligada a fonte de luz). Neste projeto propomos a utilização do fenômeno de fluorescência como estratégia de ensino para desenvolvimento do tema estrutura atômica, mais especificamente, do modelo atômico de Bohr. O fenômeno da fluorescência pode ser facilmente demonstrado através da utilização de materiais acessíveis como água tônica, espinafre ou hortelã, vitamina B2, sabões em pó e casca de ovo marrom.

Palavras-chave: Ensino de Química, Atividades experimentais, Fluorescência.

ABSTRACT

Fluorescence and phosphorescence are visually appealing phenomena that arouse the curiosity of people of all ages. These are phenomena that involve the absorption of energy and its subsequent re-emission, that is, the emission of light resulting from an electronic excitation process, which can occur in the form of fluorescence (where the emission of light ceases when the energy source is turned off) or as phosphorescence (which can last for hours even after the light source is turned off). In this project we propose the use of the fluorescence phenomenon as a teaching strategy for the development of the atomic structure theme; More specifically, the Bohr atomic model. The phenomenon of fluorescence can be easily demonstrated through the use of accessible materials such as tonic water, spinach or mint, vitamin B2, powdered soaps and brown egg shell.

Keywords: Teaching Chemistry, Experimental Activities, Fluorescence.

LISTA DE ABREVIATURAS

LDB Lei das Diretrizes e Bases

UV Radiação Ultravioleta

UV-A Radiação Ultravioleta que penetram em camadas profundas da pele

UV-B Radiação Ultravioleta que penetra superficialmente a pele

UV-C Radiação Ultravioleta altamente penetrante e danosa à saúde

USP Universidade de São Paulo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Química, a ciência central.....	14
Figura 2 - Evolução dos modelos atômicos.....	18
Figura 3 - Curva da energia potencial.....	20
Figura 4 - Sequência de passos que conduzem a fluorescência.....	21
Figura 5 - Espectro de absorção estrutura vibracional.....	21
Figura 6- Sequência de passos que conduzem à fosforescência.....	22
Figura 7 - Relação entre disciplinas, indicadas pelos alunos.....	26
Figura 8 - Extrato de folhas verdes em acetato de etila, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência.....	28
Figura 9 - Solução aquosa de protoporfirina IX, obtida a partir de casca de ovo marrom, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência.....	29
Figura 10 - Água tônica, que contém o íon quinino, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência.....	30
Figura 11 - Solução aquosa de vitaminas do complexo B, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência.....	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM	15
3.2 A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS.....	17
4. METODOLOGIA	25
4.1 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS	25
4.2 PARTE EXPERIMENTAL.....	27
4.2.1 Materiais necessários:	27
4.2.2 O primeiro experimento: Emissão de fluorescência pela clorofila	28
4.2.4 Terceiro experimento um copo béquer contendo água tônica	29
4.2.5 Quarto experimento a emissão da fluorescência da vitamina B2	30
5. CONCLUSÃO	32

INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda uma alternativa de ensino para o modelo atômico de Bohr através da luminescência, tema que por ser visivelmente atrativo, desperta a curiosidade das pessoas. A luminescência é explicada pela característica de emitir de luz resultante de um processo de excitação eletrônica, que pode ocorrer na forma de fluorescência e ou fosforescência. Na fluorescência o processo de emissão de luz cessa ao desligar a fonte de energia e na fosforescência a emissão de luz pode durar horas, mesmo depois de desligada a fonte de luz. (NERY; FERNANDES, 2004).

Silva et al. (2013) e França et al. (2009) destacam que os principais desafios enfrentados pelos alunos do ensino médio em relação ao entendimento do conceito de átomo está em representar a estrutura atômica, em identificar as partículas subatômicas e, até mesmo, no fato de confundirem átomo com célula. Muitos estudantes são incapazes de relacionar os conhecimentos inerentes aos átomos com aspectos e fatos de sua vivência, o que pode apontar que o processo de ensino-aprendizagem desse tópico está sendo trabalhado de forma dissociada da realidade dos alunos e sem significado para estes.

O ensino das teorias atômicas é um assunto de suma importância, pois explica a fundamentação de muitos fenômenos químicos, no entanto, por apresentar muita teoria e exigir um grau elevado de abstração é difícil de ser compreendido pelos alunos. Outra dificuldade atribuída a esse conteúdo está em encontrar experimentos que possam dar significado para os alunos, o que o torna ainda mais inacessível. (NERY; FERNANDEZ, 2004).

Em muitas escolas os alunos enfrentam certa carência no que diz respeito à contextualização dos conteúdos propostos pelo professor. Fato gerado por diversas causas, entre elas pode-se citar a estrutura física, como a falta de uma biblioteca e laboratório de ciências e até mesmo o despreparo docente. (MACHADO et al, 2014).

A escolha do tema modelo atômico de Bohr foi motivado pela complexidade e pelo elevado grau de abstração exigido dos alunos. Diante do exposto, esse trabalho propôs a utilização da fluorescência como uma

estratégia de ensino para o desenvolvimento do tema como forma de atrair a atenção dos educandos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar uma proposta metodológica elaborada para o ensino do modelo atômico de Bohr a partir de experimentos envolvendo o fenômeno de fluorescência e fosforescência.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a teoria de Bohr sobre modelo atômico;
- Contextualizar a relação da química com os eventos cotidianos.
- Explicar a ciência da luminescência;
- Relacionar os experimentos sobre luminescência à teoria do modelo atômico de Bohr, por intermédio de aulas prática sobre a luminescência.

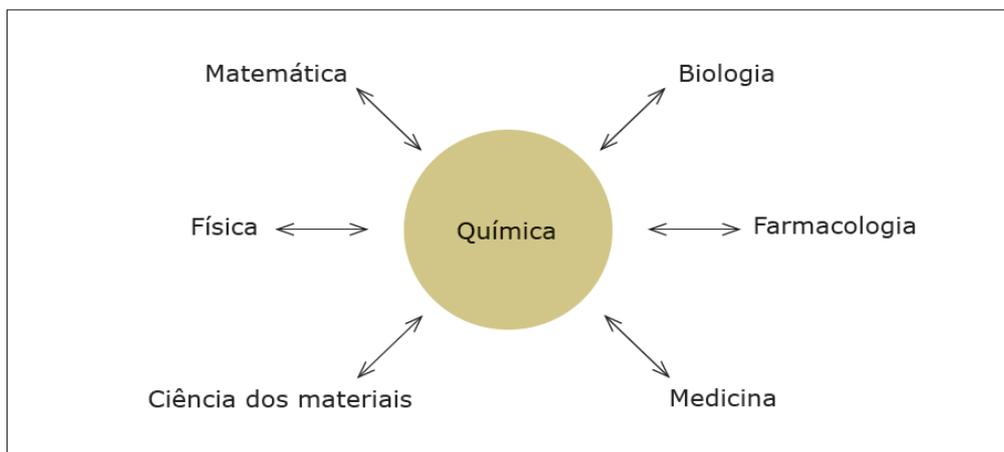
3. REVISÃO DE LITERATURA

A química é uma ciência com conceitos próprios e está presente constantemente na sociedade e em todas áreas de nossas vidas, como: alimentação, siderurgia, indústrias de uma forma geral, agricultura, artes, construção civil, medicamentos, roupas, utensílios domésticos e etc., não existe área que não se utilize de algum insumo de origem química. O conhecimento de informação química pode ser um dos meios de entender o mundo interferindo na realidade.

A química está presente em todos os seres vivos, tanto no processo de fotossíntese ou quando o nosso cérebro processa milhões de informações para comandar nossos movimentos, emoções ou ações. Reações químicas ocorrem a todo tempo para que o ser humano possa viver. Sem química, não há vida! Sem a química, não seria possível atingir o alto nível científico e tecnológico que a civilização tem atualmente (FERNANDES e ETERNO, 2009, pag. 2).

Hoje em dia a química tem tanta importância que é considerada a ciência central, conforme ilustrado na Figura 1.

FIGURA 1
Química, a ciência central



Fonte: (COMASSETO; SANTOS; 2008, p.60)

Segundo a revista USP, 2008, a síntese química é um ramo da química onde ocorre a transformação de uma substância em outra, e permite que, a

partir de substâncias estruturalmente simples, fartas na natureza e baratas, chega-se a substâncias estruturalmente complexas e com propriedades de grande aplicação prática, por exemplo, medicamentos, corantes, agroquímicos e fragrâncias. Através dessas classes de substâncias à humanidade pode chegar ao atual estágio de bem estar. “A síntese química está posicionada de maneira estratégica no coração da química, a ciência central, e sua importância está intimamente relacionada à nossas vidas e a sociedade” (COMASSETO; SANTOS; 2008, p.60)

Com o estudo da Química no Ensino Médio espera-se que os alunos desenvolvam a habilidade de participar criticamente nas questões da sociedade, sendo assim, capazes de tomarem decisões fundamentadas em informações adquiridas e saber avaliar as consequências decorrentes de tal posicionamento. Para isso é preciso que o aluno reconheça e consiga entender, de forma coesa e expressiva, as transformações químicas que ocorrem em processos naturais e tecnológicos nos mais diferentes contextos. Deste modo, para formar o cidadão, deve-se ensinar aos alunos a Química como uma concepção de ciência em um processo em construção (SANTOS, 1992).

3.1 O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Segundo a Lei nº 9.394/96 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) no Art.1º a Educação abrange processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais. A educação escolar é um processo que exercita a cidadania do educando ao longo da vida, proporciona condições da construção de uma cidadania, preparando o indivíduo para um conhecimento crítico. Educar consiste em nortear os alunos no caminho do saber tendo como base a experiência cultural e social, toda via não se trata de uma tarefa fácil, principalmente quando se trata das disciplinas de exatas como matemática física e química. Os alunos criam certa barreira por exigir um grau maior de concentração, muitas vezes por não entender em qual momento de sua vida será utilizado tal conteúdo, deixando assim uma grande responsabilidade aos

professores que procuram abordar em sala informações químicas fundamentais que forneça uma base para o aluno participar nas decisões da sociedade (SILVA et. al, 2013).

Porém, alguns professores encontram dificuldades em trabalhar de forma interdisciplinar, relacionando o conteúdo com a realidade dos alunos. Os livros didáticos são um dos instrumentos mais utilizados e de suma importância para ministração de aulas, pois auxiliam os educadores na elaboração da aula, organizando suas ideias, e relacionar o conteúdo com o contexto social do educando. Entretanto, recomenda-se evitar o uso apenas deste recurso didático em suas aulas (LOBATO, 2007).

Observa-se a necessidade de articular a educação química, priorizando o ensino da química de forma contextualizada, para que o ensino esteja ligado aos acontecimentos do cotidiano do educando, possibilitando a eles uma percepção da importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada (TREVISAN; MARTINS, 2006). A participação dos alunos em sala de aula é de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem, pois uma abordagem pode ser mais interativa quando o sujeito participa, assim como o professor fazendo perguntas, sanando dúvidas, permitindo os alunos expor suas ideias. Para que isso aconteça, o planejamento de aula é crucial para a participação mais ativa dos alunos, onde tenha objetivos conceituais de aprendizagem, focalizando conceitos amplos dentro das grandes ideias químicas, possibilitando participação e compreensão do conteúdo abordado.

No ensino da química o uso da experimentação pode ser uma estratégia eficaz para a aprendizagem, pois é uma forma que desperta interesse do aluno, estimulando-o e ajudando na absorção do conteúdo trabalhado, ao qual a busca de novos conhecimentos comece partir do aluno. Nesse ponto de vista, o conteúdo que será trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. Apesar disso, tal metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais, como se fosse uma “receita de bolo”, onde os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor quer, também não se deve desejar que o conhecimento seja construído apenas através de uma mera observação (GUIMARÃES, 2009).

Ao falar sobre modelos atômicos em sala de aula encontra-se certa dificuldade, por ser um conteúdo muito teórico tornando-se maçante para os educandos, onde os mesmo encontram dificuldade para absorver e entender o conteúdo, por se tratar de algo pequeno que não podemos visualizar ou tocar. Outra dificuldade encontrada é relacionar diferentes modelos atômicos com o dia a dia, e o que leve a construção destes modelos. Um caso preocupante ao qual necessita-se de elaborações de novas metodologias de ensino. Em uma pesquisa feita em Portugal na região de Aveiro (MASKILL & PEDROSA, 1997; NAKHLEH, 1992), levantou-se alguns questionamentos apresentados pelos estudantes durante o estudo dos modelos atômicos:

*Como as pessoas sabem que o átomo existe se elas não podem vê-lo ou senti-lo?
Como o átomo foi descoberto?
Sendo os átomos tão pequenos, como foi possível para os físicos descobri-los? (p. 133, tradução nossa)*

Questionamentos como esses demonstram a dificuldade dos alunos de compreender sobre os modelos atômicos, pois a maioria entende que o modelo atômico foi uma descoberta e depois estudado, quando na verdade o átomo não foi descoberto, mas sua teoria foi construída. Um dos motivos para a não compreensão dos modelos atômicos pode estar relacionadas com a forma que os livros didáticos abordam esse tema, pois esses livros são considerados um dos instrumentos mais importantes nas escolas, ao qual deveria ser vistos como um referencial para a elaboração de novas metodologias de ensino (LOPES, 1992).

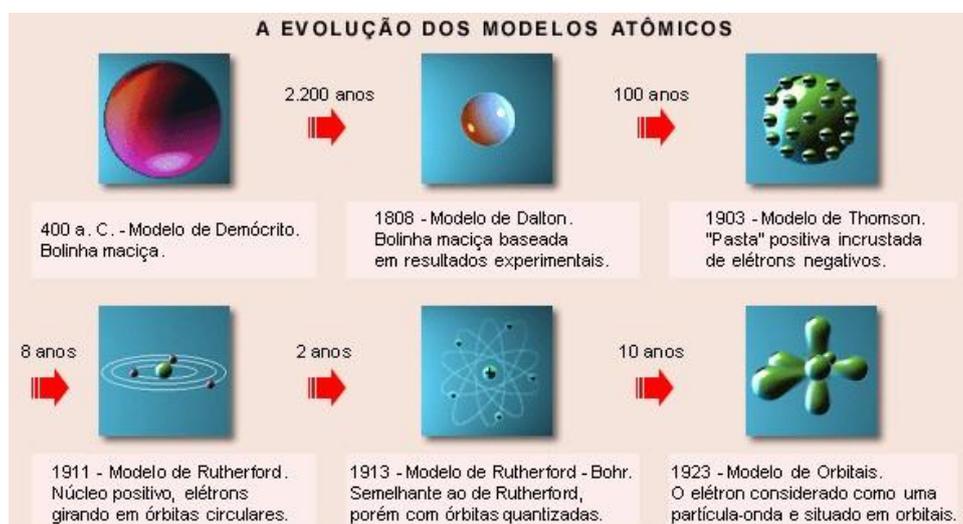
3.2 A EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS

A evolução dos átomos foi um grande passo rumo ao desenvolvimento da química. Segundo Simões (2017) os átomos durante muito tempo foram considerados partículas indivisíveis. Os gregos há quatro séculos a.C. foram os primeiros a apresentarem interesses pela natureza da matéria e sua divisão. Para eles a matéria poderia ser dividida até se tornar um pedaço minúsculo, impossível de ser visto a olho nu. Os filósofos Demócrito e Leucipo na metade do ano 450 a.C, cogitaram a hipótese de que o átomo seria formado por pequenas partículas indivisíveis. Átomo é uma palavra que vem do grego a,

que significa “não”, e tomo, “parte”, ou seja, “sem partes” ou “indivisível”. O que significa que se fossemos dividir um corpo em pequenas partes chegaria um momento em que isso não seria possível, porque chegaríamos ao um ponto em se ficaria impossível de visualizar a parte da matéria. Porém os filósofos da época não aceitaram muito essa hipótese, por não ser um modelo científico, não eram capazes de superar as ideias predominantes, que consideravam ser matéria formada pelos elementos terra, água, ar e fogo (RODRIGUES, 2011).

Aristóteles acreditava que a matéria era contínua, e suas ideias prevaleceram entre a maioria dos pensadores até meados do século XVI, quando outros pesquisadores passaram a defender a ideia do atomismo. A partir do século XVII, após algumas experiências realizadas por alguns cientistas da época utilizando métodos e materiais distintos, pode observar que a possibilidade da matéria ser contínua já não prevalecia pelos resultados obtidos, tornando assim o modelo de Aristóteles uma fonte não confiável. A partir de cada descoberta os cientistas usavam as informações para desenvolver o modelo atômico, onde cada uma delas era substituída pelas outras. Os conceitos que estavam corretos permaneciam, e os que não tinham base à realidade eram deixados de lado. Assim, novos modelos atômicos foram criados. Essa série de descobertas da estrutura atômica até chegar aos modelos aceitos hoje ficou conhecida com evolução dos modelos atômicos (OLIVEIRA; FERNANDES; 2006).

Figura 2: Evolução dos modelos atômicos



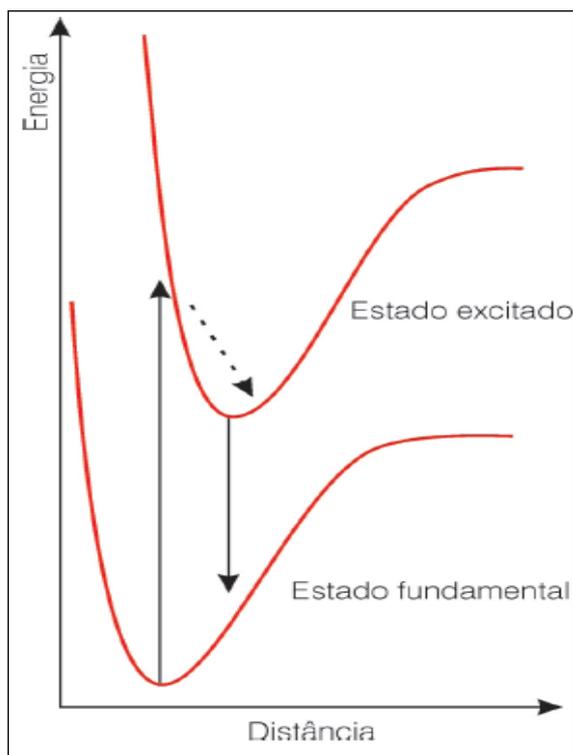
Fonte: (OLIVEIRA et al. 2009)

O dinamarquês Niels Bohr, criador do modelo atômico de Bohr, no século XX publicou um dos mais importantes trabalhos da física *On the Constitution of Atoms and Molecules*, onde pela primeira vez o modelo atômico construído a partir de fatos experimentais e da hipótese de quantização de energia de Max Planck era apresentado. Bohr percebeu que deveria haver alguma relação entre energia dos elétrons em suas orbitas atômicas e as correspondentes frequência (PARENTE et al., 2013).

A ideia central no modelo de Bohr é a quantização, ela estabelece que os elétrons nos átomos possam apresentar somente certos valores definidos de energia. No estado fundamental os elétrons dos átomos de um determinado elemento possuem valores de energia característicos, relacionados às órbitas às quais pertencem. Para que os elétrons passem do seu estado fundamental para excitado, ou seja, de maior energia, é necessário que eles absorvam a quantidade de energia certa, que correspondem à diferença entre níveis de energia tanto inicial quanto final. Porém quando retorna as orbitas de menor energia os elétrons podem emitir a energia correspondente na forma de radiação eletromagnética, denominada luz de determinada frequência (TOLENTINO; ROCHA FILHO, 1996).

Em algumas substâncias, os elétrons excitados das moléculas produzem emissão de luz por fluorescência ou por fosforescência, no qual será abordado em sequência. A luminescência é um fenômeno atraente que engloba a fluorescência e fosforescência, que por emitir luz de forma visível (400-700nm) do espectro eletromagnético que resultam de uma transição eletrônica. O processo fotoquímico ou fotofísico tem como primeiro passo a absorção de um fóton por molécula e, conseqüentemente a produção de um estado eletronicamente excitado, ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Curva da energia potencial em função da distância internuclear para o estado fundamental e excitado do elétron



Fonte: (NERY e FERNANDEZ, 2004)

A molécula absorveu uma pequena quantidade de energia, suficiente para promover um elétron que varia de um nível inferior e um nível superior de energia. Quando a molécula muda do estado fundamental para excitado a energia do fóton coincidiu com a transição eletrônica. A molécula não pode permanecer indefinidamente no estado excitado, por este ser termodinamicamente instável em comparação ao estado fundamental, e pode dissipar a energia absorvida através dos processos de fluorescência e fosforescência.

Fluorescência – onde ocorre a emissão de um fóton de luz e retorno do seu estado fundamental. Na fluorescência, a radiação emitida cessa imediatamente depois da fonte de excitação desaparecer. Na fosforescência, a emissão espontânea persiste durante intervalos de tempo longos (de segundos até horas). Isto sugere que a fluorescência é uma conversão da radiação absorvida em energia reemitida e que a fosforescência envolve o armazenamento de energia e uma emissão lenta (NERY; FERNANDEZ; 2004).

Um espectro de absorção mostra uma estrutura vibracional característica do estado superior, apresentado na Figura 4 e 5.

Figura 4: sequência de passos que conduzem à fluorescência

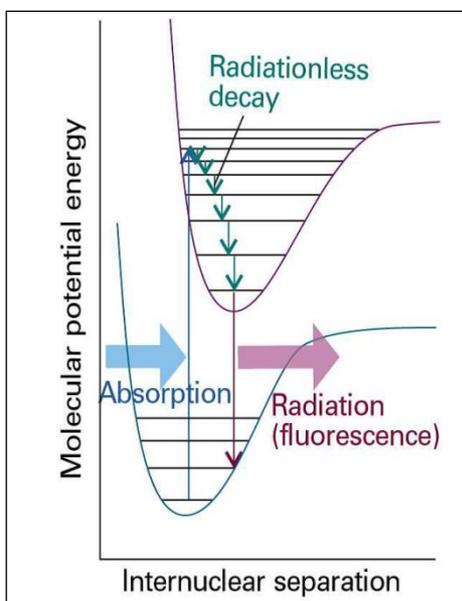
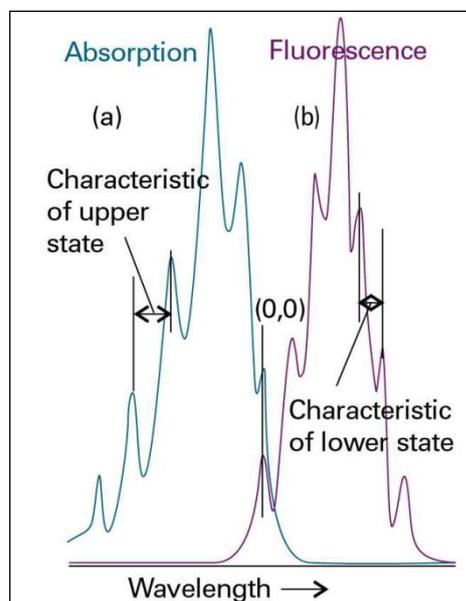


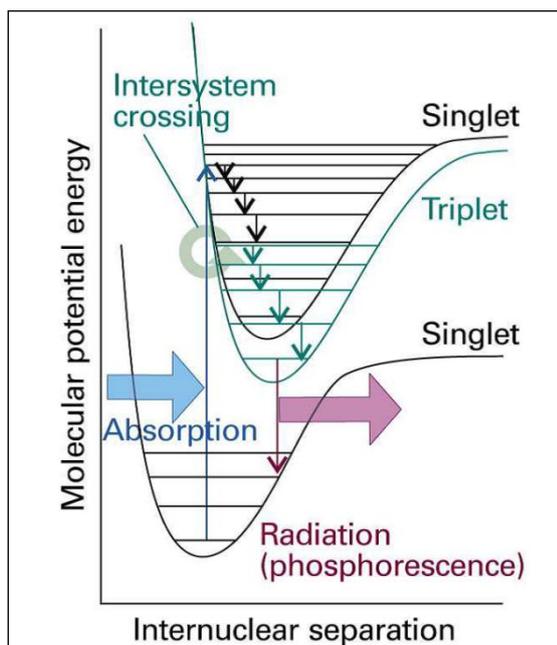
Figura 5: Espectro de absorção estrutura vibracional característica estado superior



Fonte: Atkins & de Paula: Físico Química

Fosforescência - o elétron excitado decai para um nível intermediário de energia a partir do qual ocorre emissão de radiação ao retornar ao estado fundamental. Neste caso também pode ocorrer uma desativação térmica. A molécula pode efetuar um cruzamento intersistema, uma transição não – radioativa entre estados de diferentes multiplicidade. As transições entre estados singlete e tripleto podem ocorrer na presença de acoplamento spin – orbita. O mecanismo de cruzamento intersistema será importante quando a molécula tiver átomos pesados, pois o acoplamento spin – orbita será grande. Este acoplamento quebra a regra de seleção e a molécula pode, então, emitir fracamente. Este processo explica a observação de a energia de excitação parece estar confinada em um reservatório que vaza lentamente (NERY; FERNANDEZ; 2004).

Figura 6: sequência de passos que conduzem à fosforescência



Fonte: Atkins & de Paula: Físico Química

A reação fotoquímica ocorre quando a molécula sofre uma alteração para seu estado excitado. A fluorescência e fosforescência explica todo esse processo, a energia da radiação emitida é normalmente menor (comprimento de onda maior) do que aquela utilizada para gerar o estado eletronicamente excitado. Isto porque a emissão sempre ocorre a partir do estado excitado de menor energia. Assim, se a molécula absorve um quanta de luz suficiente para requerer um elétron a um nível eletrônico, cuja energia seja superior à do primeiro estado excitado, a molécula dissipará parte da energia absorvida, ocorrerá uma vibração, permitindo retornar ao primeiro estado excitado e, a partir dele, ocorrerá a emissão de energia. Para que possamos entender, em termos energéticos, como selecionamos a fonte de luz adequada, precisa-se recorrer a alguns conceitos físicos.

Para calcular a energia da radiação eletromagnética foi desenvolvida a equação de Plank.

$$E = h \cdot \frac{\nu}{\lambda}$$

(h) representa a constante de Plank.

(v) velocidade da luz no vácuo

(λ) o comprimento de onda

Também pode expresso em termos de frequência (f):

$$E = h \cdot f$$

A energia da radiação eletromagnética depende apenas de sua frequência; quanto maior, menor o comprimento de onda e maior a energia. A luz visível compreende uma faixa de comprimento de onda que abrange de 400 nm a 700 nm. A radiação infravermelha (IV), invisível, compreende os comprimentos de onda mais longos (700 nm invisível, cai em comprimentos de onda mais longos (700 nm a 200.000 nm); a ultravioleta (UV), do lado oposto do espectro, cai entre 10nm e 400 nm. De acordo com suas propriedades físicas e efeitos biológicos, parte da radiação UV é dividida em três sub-regiões: UV-A (320-400 nm), UV-B (290-320 nm) e UV-C (200 – 290nm).

Dentre elas, a radiação UV-A, também chamada de ultravioleta próximo, é a menos nociva, sendo que essas fontes podem ser adquiridas comercialmente com o nome de luz negra. A radiação UV-B é a responsável por provocar o câncer de pele e a UV-C não chega a atingir a superfície terrestre (COSTA e SILVA, 1995). Assim, para que uma dada emissão de luz seja observada a olho nu, a excitação eletrônica deve ocorrer em uma faixa de comprimento de onda próximo ou superior ao da região do UV.

A coloração da luz emitida depende da variação de energia envolvida na transição eletrônica, assim uma emissão avermelhada deverá ocorrer em uma faixa de energia associada a comprimentos de onda próximos de 700nm. Na fluorescência, os elétrons excitados retornam instantaneamente ao estado fundamental emitindo luz. Neste caso, tanto o estado excitado quanto o fundamental possuem a mesma multiplicidade de *spin*. Os vegetais verdes, a água tônica, a vitamina B2, a casca dos ovos marrons e até mesmo os sabões em pó têm em comum o fato de possuírem compostos fluorescentes em sua composição. Já os mostradores de relógios e enfeites de quartos exibem o fenômeno da fosforescência. Na fosforescência, a multiplicidade de *spin* do estado excitado é diferente do estado fundamental. Para retornar ao estado

fundamental deve ocorrer um processo de inversão de *spin*; por isso o processo de fosforescência ocorre em intervalos de tempo superiores. De uma forma bastante simplificada, pode-se distinguir os fenômenos com relação ao tempo de emissão de radiação: enquanto na fluorescência a emissão é instantânea e cessa quando a fonte de energia é desligada, na fosforescência esta pode durar horas, depois de desligada a fonte de excitação.

4. METODOLOGIA

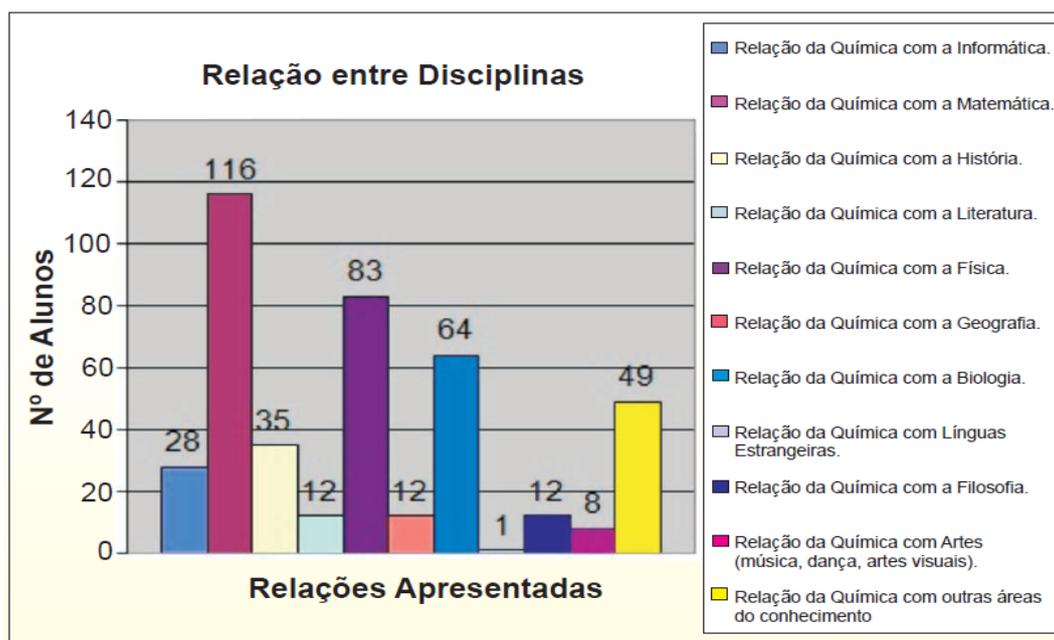
A metodologia para elaboração da proposta de ensino foi definida através de uma pesquisa realizada no segundo período do curso de Licenciatura em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, na disciplina de projeto de ensino onde ao entrevistar professores de química em escola diferentes. Naquela ocasião foi observado, que a teoria atômica de Bohr fazia parte dos conteúdos em que os alunos apresentavam mais dificuldades em relação à compreensão.

Na sequência, foi realizada pesquisa bibliográfica através de consulta ao acervo da biblioteca Júlio Bordignon, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, com base em material constituído por revistas e publicações nas bases de dados do Scientific Electronic Library Online (SCIELO), no Google Acadêmico e em outras bases online, disponíveis gratuitamente na Internet. Para elaboração dos experimentos seguiu-se como o sugerido por Nery e Fernandez (2004). Realizando os seguintes experimentos sobre; Experimento 1: Emissão de fluorescência da clorofila; Experimentos 2: Emissão de fluorescência pela casca de ovo marrom; Experimento 3: Emissão de fluorescência pela água tônica; Experimento 4: Emissão de fluorescência da vitamina B2.

4.1 PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ENSINO DE QUÍMICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS

A química contribui para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, pois está presente em toda parte. É uma ciência rica em informações, referente ao nosso dia a dia, como conceitos, cálculos entre outros, sem contar que é interdisciplinar onde é aplicada em diversas matérias, como ilustra o Figura 6, segundo uma pesquisa feita pelo Professor Dr. Airton Marques em 2011.

Figura 7: Relação entre disciplinas, indicadas pelos alunos.



Fonte: Silva (2011)

Muitos alunos ainda encontram dificuldades para entender essas relações entre a química e o cotidiano e até mesmo nas demais disciplinas, mas cabe ao professor encontrar meios atrativos para trabalhar com os alunos, facilitando na aprendizagem e absorção dos conteúdos (SANTOS e SCHNETZLER, 1996).

Para trabalhar essas dificuldades encontradas pelos alunos quanto entender conteúdos aplicados na disciplina de química, foi elaborada uma proposta através do uso de experimentação, para a melhor absorção do conteúdo estrutura atômica frisando o modelo atômico de Bohr, considerado um dos conteúdos difícil de ser entendido e trabalhado. Após definição do tema e realização de pesquisa bibliográfica, foi providenciado o material para a realização de experimentos que enfatizem melhor o tema. Antes da aplicação de experimentos iniciarem, é necessário aplicar bases teóricas para dar fundamentação ao assunto, a ideia do átomo e suas partículas fundamentais, como os prótons, nêutrons e elétrons e suas localizações no átomo, bem como o conceito de excitação dos elétrons. Atenção especial deve ser dada a este último item, onde explica detalhadamente que quando se fornece energia aos elétrons, eles são capazes de mudar para níveis de maior energia na eletrosfera do átomo, e, ao retornar a sua localização de origem, liberam a

quantidade de energia absorvida na forma de luz visível, o chamado fenômeno da fluorescência.

O fenômeno da fluorescência está associado ao modelo proposto por Bohr, no início do século XX, que também foi exposto durante a realização dos experimentos. Bohr concluiu que os elétrons se movem ao redor do núcleo em um número limitado de orbitas bem definidas, que são denominadas orbitas estacionárias e que ao se mover, o elétron não emite nem absorve energia. Entretanto, ao saltar de uma orbita estacionária para outra, o elétron emite ou absorve uma quantidade bem definida de energia, chamada quantum de energia. Essa absorção de energia ocorre quando ao receber energia (térmica, elétrica ou luminosa) do exterior, o elétron salta de uma orbita mais interna para outra mais externa, porém a quantidade de energia que ele recebe é bem definida. Ao voltar de uma orbita mais externa para outra mais interna, o elétron emite energia (devolvendo o quantum), na forma de luz de cor definida ou outra radiação eletromagnética, como a ultravioleta ou raios X. Esses saltos se repetem milhões de vezes por segundo, produzindo assim uma onda eletromagnética, que nada mais é do que uma sucessão de fótons de energia (FELTRE, 2005).

4.2 PARTE EXPERIMENTAL

Os experimentos propostos foram testados utilizando materiais caseiros que são de fácil acesso aos professores e alunos.

4.2.1 Materiais necessários:

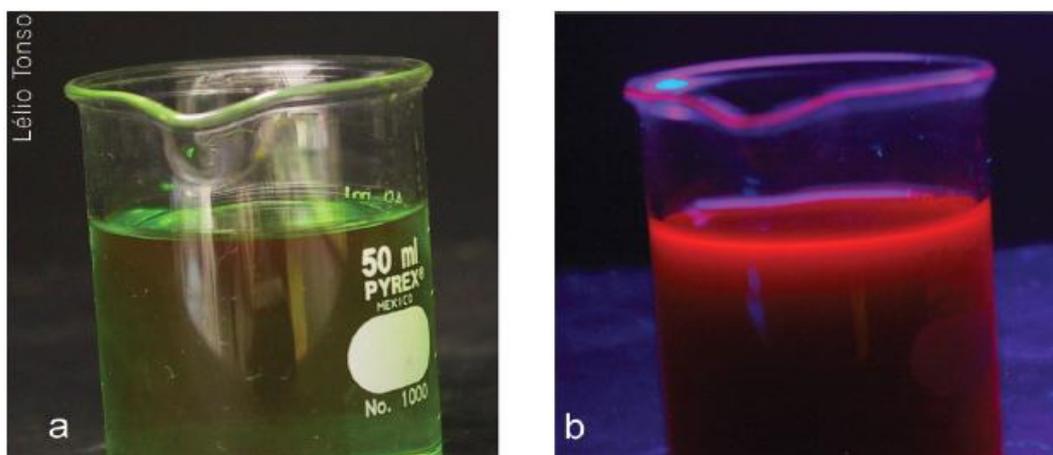
- Acetato de etila (ou removedor de esmaltes).
- Ácido clorídrico 10% (ácido muriático, adquirido em lojas de materiais de construção). Obs: deve-se tomar cuidado por ser corrosivo. Em caso de contato com a pele, lavar com água corrente.
- Água tônica
- Ovo de galinha de casca marrom
- Folhas de vegetais verdes (hortelã ou espinafre).
- Comprimido de vitaminas do complexo B.

- Almofariz e pistilo (ou amassador para caipirinha e copo).
- Filtro de papel (pode ser o utilizado para café).
- Béqueres de 250 mL (ou copos de vidro).
- Fonte de excitação UVA: lâmpada de luz negra de 28 W, adquirida em lojas de iluminação, ou através da Internet. Custam em torno de R\$ 35,00 (dado coletado em abril de 2017).

4.2.2 O primeiro experimento: Emissão de fluorescência pela clorofila

Macerar o hortelã com o auxílio de um almofariz pistilo (ou amassador para caipirinha e copo) triturar as folhas de hortelã misturar acetato de etila (ou removedor de esmaltes), transferir para um béquer (ou copo de vidro) colocar a solução dentro de uma caixa preta iluminando a solução com luz UV-A. Imediatamente, pode-se observar a mudança de cor da substância. Para que o efeito da radiação ter uma base de comparação, mantenha uma amostra da substância do lado fora do contato da luz UV-A, dessa forma fica mais evidente que sem a presença de radiação a coloração apresentava-se verde e com a presença de radiação tornava-se vermelha escuro, como ilustrado na figura 8.

Figura 8: Extrato de folhas verdes em acetato de etila, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência

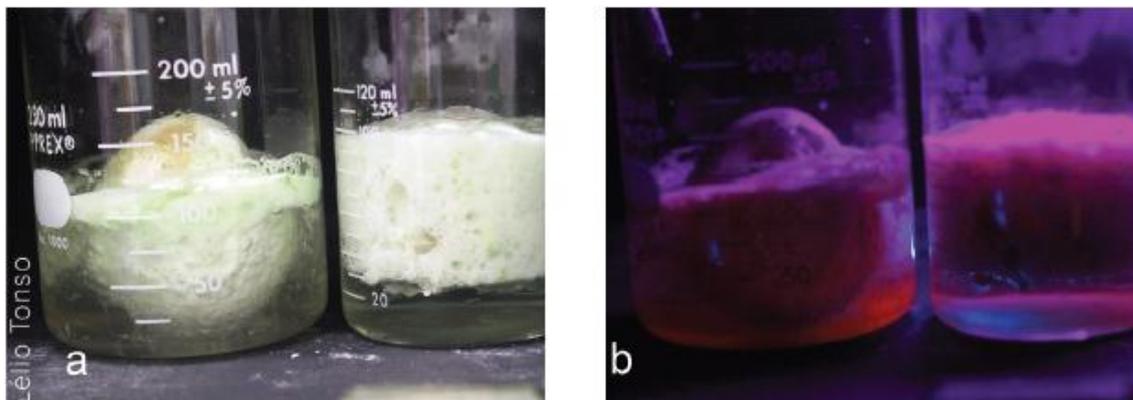


FONTE: (NERY e FERNANDEZ, 2004)

4.2.3 Segundo experimento: testa a fluorescência através da casca do ovo marrom

Higienizar a casca do ovo marrom, macerar com auxílio de socador de alho colocar em um copo de vidro contendo 50 ml de solução acetona e observar em luz UV-A, sem mostrar alteração de cor. Na sequência acrescentaram-se 15 ml de solução de ácido clorídrico 10%, tornando a substância efervescente e a mistura colocar em presença de luz UV-A observar a mudança de cor. Pode-se observar que sem a presença de radiação a substância apresenta duas fases sendo uma de cor branca e outra transparente e na presença de radiação a coloração da substância torna vermelha.

Figura 9: Solução aquosa de protoporfirina IX, obtida a partir de casca de ovo marrom, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência

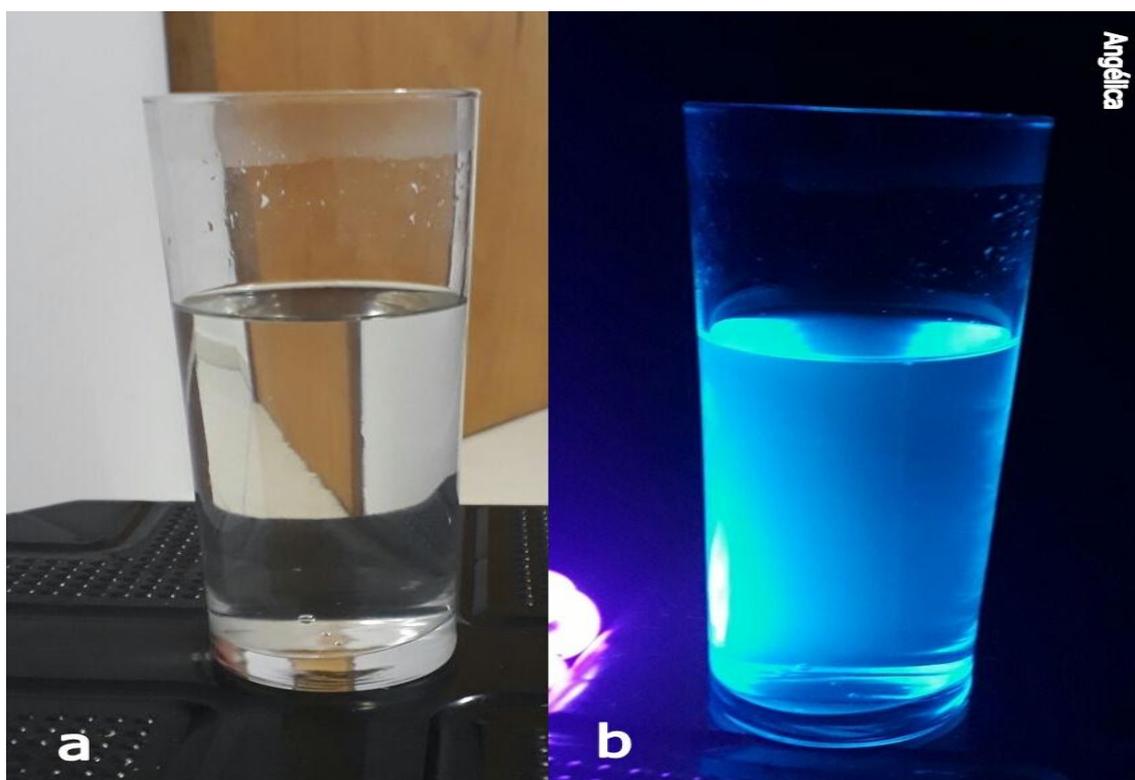


FONTE: (NERY e FERNANDEZ, 2004)

4.2.4 Terceiro experimento um copo béquer contendo água tônica

Transferir a água tônica para um copo de vidro na presença de luz UV-A, e observa-se emissão de radiação, comprovada pela mudança de cor em que a água tônica adquiri cor branca fluorescente. Essa diferença de coloração pode ser evidenciada na Figura 10.

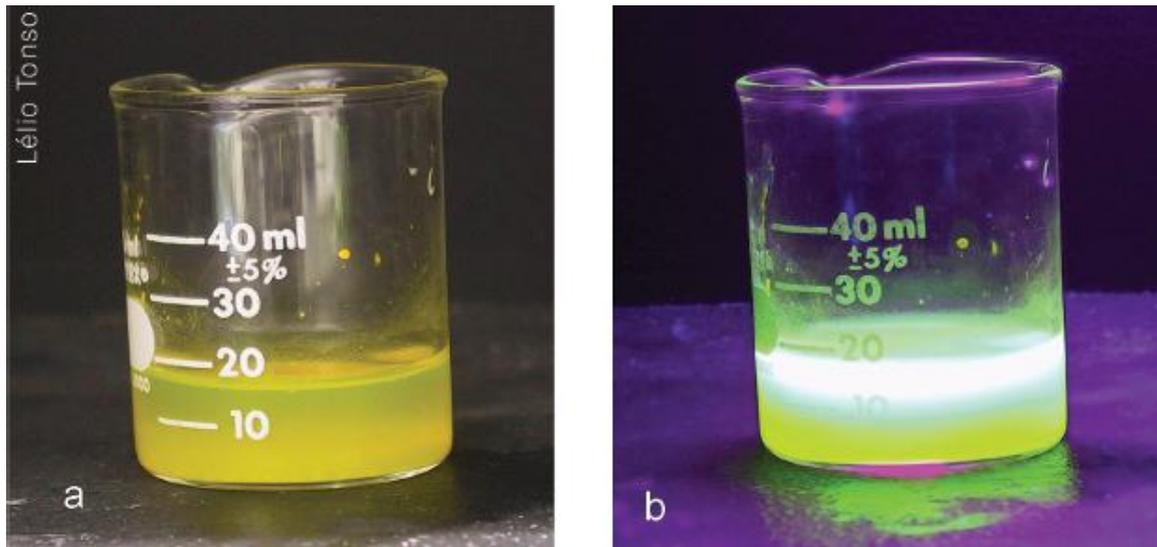
Figura 10: Água tônica, que contém o íon quinino, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência.



4.2.5 Quarto experimento a emissão da fluorescência da vitamina B2

Macerar o complexo B com auxílio de um socador de alho, adicionar um pouco de água para dissolver. Após, transferir a substância adquirida para um copo, colocando-o em uma caixa preta iluminando-o com a luz UV-A. Observa-se que sem a presença de radiação a substância apresentava cor amarela e com a presença de radiação a substância apresentou cor verde fluorescente (Figura 11).

Figura 11: Solução aquosa de vitaminas do complexo B, na ausência (a) e na presença (b) de radiação UV, quando apresenta fluorescência



FONTE: (NERY e FERNANDEZ, 2004)

5. CONCLUSÃO

A realização dos experimentos utilizando fluorescência mostrou ser uma alternativa para facilitar o entendimento da teoria atômica de Bohr, visto que é um tema de difícil contextualização por ser considerado abstrato. Para Dill, Richter e Siqueira (2013), metodologias puramente teórica dificultam a relação dos conceitos adquiridos com aplicações na vida do estudante . Neste caso, é papel do professor atuar como facilitador orientando a aprendizagem, além de estimular seu aluno a pesquisar e produzir conhecimento através da vinculação dos conteúdos escolares com a vivência do cotidiano.

A proposta sugerida nesse trabalho pode contribuir no aprendizado dos alunos em relação temática teoria atômica de Bohr, bem como, dá condições de que se tornem cada vez mais questionadores e com capacidade de relacionar o conhecimento adquirido com aquilo que está presente em seu cotidiano. E, desta forma, utilizar os conhecimentos para tomada de decisão como cidadão consciente atuante na sociedade e na construção do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

SOARES, N. S.; CORREA, A. F.; PEDROSO K. S.; Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa. **Revista Química Nova na Escola**, Vol. 38, N° 2, p. 141, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/08-RSA-72-13.pdf> Acesso em 10 de maio 2016.

FRANÇA, A. da C. et al. Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, 2009.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ, C. Fluorescência e estrutura atômica: Experimentos simples para abordar o tema; **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n.19, p. 39-42, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>> Acesso em: 10 de out de 2015.

MACHADO, J. P.; MACHADO B. L.; VELOSO, R. F.; FREIRE L. M.; VICENTE, J. L. R.; Uso de modelos na contextualização da teoria atômica. 34ª Inovação no ensino de Química (EDEQ). Disponível em <<https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/edeq/article/viewFile/11925/1800>> Acesso em 05 de janeiro 2017.

FERNANDES, S. S.; ETERNO, H. S.; Terminologias Químicas em Libras: A Utilização de Sinais na Aprendizagem de Alunos Surdos. *Revista Química Nova na Escola*, Vol. 33, N° 1, Recebido em 04/05/2009, aceito em 07/10/2010. Disponível <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/06-PE6709.pdf> Acesso em 25 dezembro 2015.

COMASSETO, J. V.; SANTOS, A. A.; Química fina: sua origem e importância. *REVISTA USP*, São Paulo, n.76, p. 68, dezembro/fevereiro 2007-2008. Disponível em <[file:///C:/Users/Enfermagem/Downloads/13639-16614-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Enfermagem/Downloads/13639-16614-1-PB%20(1).pdf)> Acesso em 03 de abril 2017.

SANTOS, Wildson L. P. dos (1992). O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, E. L.; WARTHA, E. J.; RIBAS, N. R. B.; Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola*, Vol. 35, N° 2, p. 84-91, 2013. Disponível em < http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf> Acesso em 18 de junho 2017.

TREVISAN, Tatiana Santini e MARTINS, Pura Lúcia Oliver. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. *UNIrevista*. Vol. 1, n° 2 : abril, 2006.

ATKINS, P. W.; JONES, L. Princípio de química. Porto Alegre: Bookman, 2001.

TOLENTINO, M. e ROCHA-FILHO, R.C. O átomo e a tecnologia. *Química Nova na Escola*, n. 3, p. 4-7, 1996.

ALVES, N. P. Espectrofotometria Atômica Fundamentos e Instrumentação, 2011. Disponível em: <http://www.quimlab.com.br/cursos_quimlab/espectrofotometria_atomica_crq.pdf> Acesso em: 19 out 2015.

CARDOSO, Augusto Correia; FIOLEAIS, Carlos; FORMOSINHO, Sebastião J. O modelo atômico de Bohr e a sua recepção em Portugal, 2013. Disponível em: <<http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/661/article/30001855/pdf>> Acesso em: 18 out 2015.

CLEMENTINA, C. M. A importância do ensino da química no cotidiano dos alunos do colégio estadual São Carlos do Ivaí de São Carlos do Ivaí-pr, 2011. Disponível em: <http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias_quimica/carla_marli_clementina.pdf> Acesso em: 18 out 2015.

DILL, R. E.; RICHTER, L.; SIQUEIRA, A. B. Ensino de ciências naturais e alfabetização científica: Esquete 'a dança do átomo', 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/viewFile/10743/pdf>> Acesso em: 18 out 2015.

FELTRE, R. **Fundamentos da Química**: Volume único, 4 ed.; São Paulo: Moderna 2005.

LOBATO, A., C., A abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica. Monografia de especialização. Belo Horizonte, 2007, CECIERJ.

SANTOS, H.F. O conceito da modelagem molecular. Em: Amaral, L.O.F. e Almeida, W.B. de (Eds.). Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Estruturada Matéria: Uma Visão Molecular), n. 4, p. 4-5, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/modelag.pdf>> Acesso em 18 out 2015.

SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S.; TREVISAN, M. C.; WOLLMANN, E. M.; PAZINATO, M. S. Algodão luminoso: uma atividade experimental para abordar o modelo atômico de Bohr. Anais do 31º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/Mara/Downloads/2638-10651-1-PB%20(2).pdf> Acesso em: 11 de out de 2015.

SANTOS, Wildson L. P. dos. O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação de mestrado, Campinas: Faculdade de Educação da Unicamp, 1992.

OLIVEIRA, A. R.; FIGUEIREDO, J.; FERNANDES, L.; BRANCO, R.; LEMOS, R.; O modelo atômico e a tabela periódica. Belém/PA, 2009.

GUIMARÃES, C. C.; Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. Química Nova na escola, Vol. 31, N° 3, 2009.

MASKILL, Roger; JESUS, Helena Pedrosa.; Asking Model Questions. Education in Chemistry, v. 32, n. 5, pp. 132-134, 1997.

Tolentino, M.; Rocha-Filho R.; O átomo e a tecnologia. Química Nova na Escola, N° 3, 1996. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/quimsoc.pdf>> Acesso em 30 de abril de 2016.