



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química – Licenciatura



MARAYZA DA SILVA BEZERRA

**USO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS QUE RELACIONAM
SIMULAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO PARA COMPREENSÃO DE
FENÔMENOS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Caruaru-PE
2018

MARAYZA DA SILVA BEZERRA

**USO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS QUE RELACIONAM
SIMULAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO PARA COMPREENSÃO DE
FENÔMENOS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Colegiado de Licenciatura em Química do Centro
Acadêmico do Agreste da Universidade Federal
de Pernambuco como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Flávia Cristina
Catunda de Vasconcelos

**CARUARU
2018**

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

B574u Bezerra, Marayza da Silva.
Uso de estratégias didáticas que relacionam simulação e experimentação para
compreensão de fenômenos no ensino de química. / Marayza da Silva Bezerra. – 2018.
65 f. : 30 cm.

Orientadora: Flávia Cristina Catunda de Vasconcelos.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2018.
Inclui Referências.

1. Simulação. 2. Experimentos. 3. Química - Ensino. I. Vasconcelos, Flávia Cristina
Catunda de (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)
405)

UFPE (CAA 2018-

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente Curso de Química - Licenciatura

**USO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS QUE RELACIONAM SIMULAÇÃO E
EXPERIMENTAÇÃO PARA COMPREENSÃO DE FENÔMENOS NO ENSINO
DE QUÍMICA**

MARAYZA DA SILVA BEZERRA

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos
(Orientadora)

Prof. Dr. Bruno Silva Leite
Examinador 1

Prof. Dr. Thiago Araújo da Silveira
Examinador 2

Dedico o meu trabalho de conclusão de curso à Nossa Senhora, minha Mãe intercessora.

AGRADECIMENTOS

À Santíssima Trindade, Pai, Filho e Espírito Santo, por todas as bênçãos e sabedorias que me foram concedidas neste percurso.

À Maria Santíssima, que em seu colo de mãe, me acolheu nos momentos de aflição e me confortou com seu sagrado manto.

Ao meu noivo José Osvaldo, pela cumplicidade e companheirismo, sempre me dando forças para seguir à frente, se tornando peça chave na minha caminhada acadêmica e de vida.

À minha mãe, Maria da Conceição, por todas as preocupações e orações, me amando do seu jeito.

À Gláucia e família, por todo incentivo que foi dado no início da jornada acadêmica, serei eternamente grata por acreditarem no meu potencial desde sempre.

À minha professora e orientadora Dr.^a Flávia C. G. C. de Vasconcelos, por todo incentivo e confiança que foram depositados em mim, me tirando da zona de conforto e abrindo os meus olhos para enxergar novos horizontes.

À todos os professores que deixaram um pouco de si para que o meu crescimento acontecesse, levarei comigo todo o aprendizado que me proporcionaram.

Aos amigos que a vivência acadêmica me proporcionou, Lucelma, Anny, William e em especial José Renan, por ter se tornado mais que um amigo, um irmão escolhido por Deus.

"Educar é fazer de uma criança um homem; de um homem um cristão e de um cristão um santo, um eleito." Monsenhor Pichenot

RESUMO

O Ensino de Química é caracterizado pela presença de conceitos que requer certo nível de abstração por parte do estudante. Tendo conhecimento dessa necessidade de melhoria no ensino, inseriu-se as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no âmbito escolar, buscando tornar as aulas mais significativas, possibilitando a construção do conhecimento. Dentre as TIC, destacam-se as simulações computacionais que, quando inseridas dentro de estratégias didáticas, se mostram como um recurso didático capaz de auxiliar à compreensão dos fenômenos químicos nos modos representacionais da química: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Em relação ao aspecto macroscópico, as atividades experimentais oferecem meios que contemplam os requisitos desse nível representacional através das dimensões cognitivas, psicológicas e sociais pertencentes a experimentação. No entanto, as estratégias de ensino que integram atividades experimentais e softwares de simulação estruturadas numa sequência de didática (SD) no ensino de Química ainda é pouco explorado. Uma justificativa dessa realidade refere-se a falta de formação que explorem esses instrumentos didáticos durante o curso inicial dos professores de Química. Portanto, neste trabalho foi investigada a aplicação de SD que abordaram os conteúdos de transição eletrônica do átomo através da análise dos fogos de artifícios, usando atividades experimentais junto à simulação computacional em prol da compreensão de fenômenos químicos nos modos representacionais da Química. A SD foi estruturada baseada na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), visto que, essa teoria apresenta um modelo cognitivo da aprendizagem multimídia, que representa a forma que a mente humana trabalha diante de mensagens educacionais multimídias. Tal teoria afirma que as pessoas apresentam melhoria na aprendizagem quando são apresentadas palavras e imagens ao invés de palavras ou imagens expostas de modo independente. A SD foi aplicada com alunos voluntários do curso de Licenciatura em Química, que estavam cursando disciplinas de Metodologias do Ensino de Química e de Metodologia da Pesquisa Educacional. Para a coleta de dados os participantes elaboraram fluxogramas relacionando imagens e palavras que foram disponibilizados durante a aplicação da SD e responderam testes de transferências. Constatou-se que na maioria dos casos analisados, ao verificar as respostas dos testes de transferência e a estruturação dos fluxogramas, foi possível estabelecer relações entre as variáveis submicroscópica e macroscópica do fenômeno investigado, adentrando ao aspecto simbólico, relacionando coerentemente os termos referentes a exploração do fenômeno através da aplicação do software de simulação e da atividade experimental. No entanto, certificou-se a necessidade de melhorias em relação a integração destes recursos, visto que, a partir da análise das respostas, houve transferências que não se apresentaram coerentes em sua totalidade com os elementos apresentados, analisados e discutidos durante a aplicação das SDs. Ademais, reforça-se que a sequência precisa ser aplicada no contexto do ensino básico, visto que devido as impossibilidades de acesso ao ambiente escolar, durante o período da pesquisa, não foi possível validar as propostas neste espaço de aprendizagem.

Palavras-chave: Simulação. Experimentação. Níveis Representacionais da Química. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

ABSTRACT

The Teaching of Chemistry is characterized by the presence of concepts that requires a certain level of abstraction on the part of the student. Knowing this need for improvement in teaching, we inserted the Information and Communication Technologies (ICT) in the school environment, seeking to make classes more meaningful, enabling the construction of knowledge. Among the ICTs, we highlight the computational simulations that, when inserted within didactic strategies, are shown as a didactic resource capable of assisting the understanding of chemical phenomena in the representational modes of chemistry: macroscopic, submicroscopic and symbolic. In relation to the macroscopic aspect, the experimental activities offer means that contemplate the requirements of this representational level through the cognitive, psychological and social dimensions pertaining to experimentation. However, the teaching strategies that integrate experimental activities and simulation software structured in a didactic sequence (SD) in the teaching of Chemistry is still little explored. A justification of this reality refers to the lack of training that explores these didactic instruments during the initial course of the professors of Chemistry. Therefore, this work investigated the application of SD that addressed the contents of electronic transition of the atom through the analysis of fireworks, using experimental activities next to the computational simulation for the understanding of chemical phenomena in the representational modes of Chemistry. SD was structured based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM), since this theory presents a cognitive model of multimedia learning, which represents the way the human mind works in front of multimedia educational messages. Such a theory states that people have improved learning when words and pictures are presented instead of words or images displayed independently. The SD was applied with students of the undergraduate course in Chemistry, who were studying courses of Methodologies of Teaching Chemistry and Methodology of Educational Research. For the data collection the participants elaborated flow charts relating images and words that were made available during the SD application and answered transfer tests. It was verified that in the majority of analyzed cases, it was possible to establish relationships between the submicroscopic and macroscopic variables of the investigated phenomenon, in order to verify the transfer test responses and the structuring of the flowcharts, entering into the symbolic aspect, coherently relating the terms referring to the exploration of the phenomenon through the application of simulation software and experimental activity. However, we verified the need for improvements in the integration of these resources, since, from the analysis of the responses, there were transfers that were not coherent in their totality with the elements presented, analyzed and discussed during the application of the SDs. In addition, it is stressed that the sequence needs to be applied in the context of basic education, since due to the impossibilities of access to the school environment during the period of the research, it was not possible to validate the proposals in this learning space.

Keywords: Simulation. Experimentation. Representational Levels of Chemistry. Cognitive Theory of Multimedia Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tríade de Johnstone.....	22
Figura 2	Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.....	32
Figura 3	Fluxograma referência para a análise.....	39
Figura 4	Fluxograma do participante A.....	44
Figura 5	Fluxograma do participante B.....	46
Figura 6	Fluxograma do participante C.....	48
Figura 7	Fluxograma do participante F.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Três pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.....	31
Quadro 2	Cinco Processos Cognitivos da TCAM	33
Quadro 3	Nove efeitos da Teoria Cognitiva da aprendizagem Multimídia.....	35
Quadro 4	Crerios de análise para o teste de transferência.....	41
Quadro 5	Respostas dos participantes em relação a primeira questão.....	43
Quadro 6	Respostas dos participantes em relação a segunda questão.....	47
Quadro 7	Respostas dos participantes em relação a terceira questão.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TIC – Tecnologia da Informação e de Comunicação

TCAM – Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

MEM – Mensagem Educacional Multimídia

SD – Sequência didática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	18
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
3.1	TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO.....	19
3.1.2	Recursos tecnológicos no ensino de química – simulação computacional.....	20
3.2	USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	23
3.2.1	As diferentes visões do uso de experimentação na Ciência.....	23
3.2.2	Abordagem Cognitiva da Experimentação no Ensino de Química.....	25
3.2.3	O papel da experimentação no Ensino de Química.....	26
3.3	TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM) E SUAS RELAÇÕES COM O ENSINO DE QUÍMICA.....	29
3.3.1	Argumentos a favor da Aprendizagem Multimídia (AM).....	29
3.3.2	Pressupostos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM).....	30
3.3.3	Tipos de memórias da Aprendizagem Multimídia.....	31
4	METODOLOGIA.....	35
4.1	ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) INTEGRANDO EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO.....	35
4.2	APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIAS DIDÁTICA.....	36
4.2.1	Aplicação da sequência didática “As festividades juninas e os fogos de artifícios”.....	36
4.3	INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS.....	37
4.3.1	Análise dos fluxogramas.....	38
4.3.2	Análise dos testes de transferência.....	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	59
	APÊNDICE B – TESTE DE TRANSFERÊNCIA DA SD.....	62
	APÊNDICE C – TEXTO BASE PARA PROBLEMATIZAÇÃO INICIA.....	64

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade da informação, vivencia-se um processo progressivo de modernização e avanços marcantes no que se trata do desenvolvimento de recursos para o seu bem-estar. Dentre os fatores que é visível seu desenvolvimento, destaca-se as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), mas este avanço não se faz presente em todos os âmbitos das sociedades, pois a ausência das TIC, como por exemplo a falta de acesso à internet, ainda é realidade para muitos grupos sociais, o que pode vir a causar acréscimos nos fatores de desigualdade social preexistentes (TAKAHASHI, 2000).

Tais avanços também marcaram a educação, levando para o ambiente escolar uma nova forma de pensar sobre o ato de ensinar, levantando questionamentos sobre como lidar com os novos desafios que estavam à vista. Então, viu-se necessário uma nova postura a ser adotada em sala de aula com a inserção dos instrumentos vindos das novas tecnologias inseridas na vivência escolar. Vasconcelos (2016) confirma esse fato ao relatar que:

A inclusão das Tecnologias da Informação e comunicação (TIC) na sociedade, que se depara com a digitalização de quase tudo que a rodeia, se dá apenas nas últimas décadas do século XX. Além disso, a introdução da TIC no ensino gera mudanças tanto na prática do professor quanto no processo de aprendizagem do aluno (VASCONCELOS, 2016, p. 23).

Logo, destaca-se que a implantação das TIC no ensino vai muito além de adicionar o uso de computadores no planejamento e nas aulas propriamente ditas, é necessário que sejam agregadas ao ensino de forma articulada, de acordo com especificidades e características intrínsecas a esses recursos e ao ensino com a sua utilização. Ou seja, é de fundamental importância que a ferramenta escolhida seja utilizada dentro de uma didática correta para que possa gerar os devidos benefícios e transformações na realidade do ensino escolar (KENSI, 2002; VASCONCELOS, 2016).

Em relação ao uso das TIC no ensino de Química, essa se apresenta com fins de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem. Uma vez que nesse processo o estudante deve transitar entre os três níveis representacionais desta ciência: macroscópico, submicroscópico e simbólico, fazendo relações entre eles para explicar um fenômeno químico. Se essa transição não ocorrer de forma adequada entre os três níveis pode vir a ocorrer problemas na aprendizagem em Química (JOHNSTONE, 1993; 2000; WARTHA; RESENDE, 2011; VASCONCELOS, 2016).

Dentre os recursos ofertados pelas tecnologias que podem auxiliar na compreensão dos fenômenos químicos, destaca-se os softwares de simulação, os quais podem viabilizar a

compreensão nos três níveis, mas se sobrepõe o seu uso dentro das aulas para se compreender o âmbito submicroscópico de um fenômeno. Johnstone (1993; 2000) destaca que o nível submicroscópico perpassa pela representação das interações atômico-moleculares, as quais relacionam os átomos, moléculas e estruturas, fazendo parte de um universo invisível e molecular em que a química deve ser compreendida. Sendo este um dos grandes obstáculos relacionados ao ensino de Ciências, o professor tem como suporte ao uso de *softwares* de simulação, os quais podem simular fenômenos a nível atômico molecular, auxiliando na visualização de uma representação do comportamento de partículas atômicas e suas interações em determinados meios. Neste contexto, pode-se chamar esta simulação de conceitual, visto que está diretamente associada ao fenômeno simulado, com seus conceitos e princípios (RIBEIRO; GRECA, 2003).

Para que o uso das TIC e os softwares de simulação se realizem de forma que se adequem à necessidade dos discentes é necessário que os professores tenham acesso a estes recursos desde a sua formação inicial, tendo em vista que uma das problemáticas vigentes do não uso das novas tecnologias é o desconhecimento desses recursos e, conseqüentemente, meios adequados de como inseri-los nas aulas; que não o impossibilita de buscar informações e aperfeiçoar-se quanto ao uso desses recursos. Como uma forma de suprir essas lacunas presentes na formação inicial são sugeridas a realização de formações continuadas (SCHNETZLER, 2002) as quais possibilitam momentos formativos referentes ao uso das TICs assim como os recursos relacionados.

Diferente da utilização das TIC no ensino de Ciências, o uso de atividades experimentais laboratoriais é realizado desde o século 19, inicialmente inseridas nos currículos desta disciplina na Inglaterra e Estados Unidos, sendo consolidado como estratégia de ensino apenas por volta do final do século XX. No Brasil, essa chegada se deu através dos portugueses no século XIV, com finalidade utilitária, tendo em vista a realização de atividades de transformação de minérios em metais (SILVA; MACHADO; TUNES, 2011).

As atividades experimentais utilizadas em sala em aulas de Química apresentam potencialidades quando integradas às temáticas trabalhadas com os estudantes. Neste sentido, identifica-se que a forma tradicional de se trabalhar a experimentação no ensino de Química, limita o estudante a seguir roteiros com respostas e resultados previstos, diminuindo as possibilidades de ocorrer a construção do conhecimento por parte do estudante, mas esta construção pode ser alcançada quando os envolvidos são inseridos no processo de investigação, se colocando diante do fenômeno com a finalidade de descobrir o novo, antes desconhecido para ele e não como comprovação de teorias ou leis (FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2010; SILVA; MACHADO; TUNES, 2011).

O professor por sua vez, deve se colocar como orientador e mediador do conhecimento para que os sujeitos venham a resolver os conflitos cognitivos que podem surgir no decorrer do processo de investigação e discussão, possibilitando que as colocações apresentadas acerca dos problemas possuam ligações com o conhecimento científico (GIORDAN, 1999) possibilitando que o aluno possa estabelecer relações entre o macroscópico e o representacional. Johnstone (1993; 2000) apresenta esses níveis representacionais da química como, o nível macroscópico se refere ao que é visível aos nossos olhos, como os experimentos laboratoriais e o nível representacional como a linguagem utilizada pela Química para explicar os fenômenos referentes ao nível submicroscópico, como fórmulas matemáticas, símbolos e equações.

Adentrando ao universo cognitivo do estudante relacionando com o uso dos recursos multimídia, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Richard Mayer (2001; 2002) apresenta evidências que comprovem a eficácia da aprendizagem que ele designa por aprendizagem multimídia, na qual é realizada quando o indivíduo está diante de mensagens multimídias. Essas por sua vez, são caracterizadas por apresentarem palavras e imagens relacionadas a fim de promover a aprendizagem. Mayer (2001; 2002) afirma que essas mensagens multimídias devem estar diretamente relacionadas a maneira de como a mente humana opera, tendo em vista os processos cognitivos envolvidos. Logo, relacionando com o ensino de Química, defende-se a premissa de que o professor deve explorar esse universo relacionado as formas de compreensão do ser humano para possibilitar meios de aprendizagem.

Através das informações apresentadas, esta pesquisa busca realizar a análise da aplicação de sequências didáticas que utilizam simulações computacionais e atividades experimentais com fins de promover a compreensão de fenômenos químicos. Identificando-se assim o seguinte problema de pesquisa: Como o uso de sequências didáticas que integram simulação e experimentação podem contribuir para a compreensão de fenômenos químicos?

Este trabalho está organizado em 5 componentes, as quais apresentam suas divisões: Introdução, objetivos, revisão bibliográfica, metodologia, resultados e discussão e considerações finais. A introdução busca apresentar de forma mais geral as contribuições das simulações computacionais e as atividades experimentais para o ensino de Química correlacionando com teorias que fundamentam as suas utilizações, abordando também o problema desta pesquisa. Os objetivos estão subdivididos em objetivos gerais e específicos. A revisão bibliográfica se encontra subdividida em 5 tópicos: Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino, Recursos tecnológicos no Ensino de Química – Simulação computacional, Uso de atividades experimentais no ensino de Química, Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e suas relações com o Ensino de Química. Posteriormente é apresentada a metodologia utilizada nesta pesquisa, em que se encontra subdividida nos

seguintes pontos: Elaboração da sequência didática (SD) integrando experimentação e simulação, aplicação das sequências didática e instrumentos de coletas de dados. Por fim, são apresentados os resultados com a discussão e as considerações finais do trabalho. Dentre estes tópicos estão presentes subdivisões.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar o uso de estratégias didáticas que integrem simulação e experimentação na compreensão de fenômenos químicos explorando níveis representacionais da Química.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as contribuições das atividades experimentais aliadas a softwares de simulação para a compreensão de fenômenos de acordo com a TCAM;
- Identificar as potencialidades e limites da sequência estruturada com uso destes recursos;
- Analisar a construção do conhecimento através de testes de transferência baseados na TCAM.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO

Nas últimas décadas do século XX identificam-se avanços referente ao desenvolvimento tecnológico no meio educacional (VASCONCELOS, 2016), causando inquietação nos professores e pesquisadores da área de ensino no que tange o uso dos recursos oriundos do desenvolvimento na sociedade. Em meados de 1970 e 1980, pesquisadores apresentaram posturas favoráveis ao uso de recursos tecnológicos em sala de aula, atribuindo a eles a solução de problemas relacionados a educação. No entanto, outros pontos de vista de pesquisadores ceticistas, apontaram a inserção do computador no ensino como um passo para um tecnicismo desumanizador (RIBEIRO; GRECA, 2003). A partir de tais apontamentos as pesquisas relacionadas ao uso dessa tecnologia atrelada ao processo de ensino aprendizagem começou a tomar proporção no meio da pesquisa educacional.

Takahashi (2000) apresenta uma tríade (Figura 1) proveniente do impacto primordial da tecnologia da informação e comunicação na educação, sendo este marcado pela chegada dos computadores, apresentando sua capacidade de altos níveis de processamento numérico; possibilitando gerar dados importantes em um curto espaço de tempo; processamento simbólico/lógico, como editoração de textos; e sua capacidade de comunicação, facilitando a relação interpessoal de pessoas em diferentes regiões geográficas.

A chegada dos computadores no âmbito educacional juntamente às novas tecnologias possibilitou e ainda possibilita diversos benefícios para a educação, dentre eles se destaca a rápida difusão de materiais didáticos, a construção interdisciplinar produzida por parte dos alunos, o desenvolvimento e trocas de projetos didáticos entre educadores das mais diversas regiões e o uso de laboratórios virtuais (TAKAHASHI, 2000). Dessa forma facilitando a comunicação entre aluno-professor para promoção da aprendizagem, assim como viabilizando a difusão de novos projetos no meio acadêmico, facilitando a comunicação entre colaboradores de pesquisas em diferentes lugares do mundo. Leite e Leão (2009) assegura essas vantagens da TIC na educação e seus benefícios relacionados ao acesso à internet afirmando que:

Na Internet, encontramos vários tipos de aplicações educacionais: de divulgação, de pesquisa, de apoio ao ensino [...] e de comunicação. A comunicação se dá entre professores e alunos, professores e professores, entre alunos e alunos. A comunicação se dá com pessoas conhecidas e desconhecidas, próximas e distantes, interagindo esporádica ou sistematicamente. A Internet tornou-se um meio privilegiado de

comunicação de professores e alunos, já que permite juntar a escrita, a fala, a imagem com facilidade, flexibilidade e interação (p. 77).

Ao se tratar dessa inserção das novas tecnologias diretamente no âmbito escolar, é clara a necessidade de o professor conhecer as potencialidades de tais recursos disponíveis no meio eletrônico, assim como entrever suas possíveis aplicações em um cenário dentro da realidade dos alunos e oportunizar a conexão entre a Ciência e os recursos que são utilizados em sala de aula (SILVA; LINS; LEÃO, 2016; VASCONCELOS, 2016). Uma vez que, o recurso por si só não possibilita a promoção do conhecimento, assim como os demais recursos destinados a serem utilizados nas aulas, se faz necessário essa inserção dentro de estratégias que apresentem condições significativas para a melhoria da aprendizagem.

Na literatura (ECIHLER; DEL PINO, 2000; SOUZA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2013; MORENO E HEIDELMANN, 2017; NAVAS et al., 2005; MONTAGNA et al., 2011; VASCONCELOS, 2015) identifica-se o uso de programas computacionais, *softwares*, com finalidade educacional. Possibilitando ao professor o acesso, não apenas a ferramenta educacional, mas a uma série de possibilidades de inserção em suas aulas com fins de promover a aprendizagem de diversos conceitos.

Mediante da gama de pesquisas (JIMOYANNIS e KOMIS, 2000; ESQUEMBRE, 2001; RIBEIRO e GRECA, 2003; LEITE e LEÃO, 2009; SILVA, FERREIRA e SILVEIRA, 2016; VASCONCELOS, 2015; 2016; MORENO e HEIDELMANN, 2017; REIS, LEITE e LEÃO, 2017) relacionadas as novas tecnologias, as dúvidas e incertezas em relação a necessidade da utilização das ferramentas computacionais educacionais, principalmente quando se refere ao ensino de Química (MICHEL; SANTOS; GRECA, 2004), reduziram significativamente. Ao se referir em termos de ferramentas computacionais, não se restringem a apenas o uso do computador, mas abrange os demais instrumentos tecnológicos, como tablets, celulares, notebooks, dentre outros.

3.1.2 Recursos tecnológicos no ensino de química – simulação computacional.

Dentre as mais diversas ferramentas disponibilizadas através da TIC, neste trabalho se destacam os softwares educacionais, pois possibilitam meios para que os alunos possam refletir a respeito de fenômenos (EICHLER; DEL PINO, 2000). Desta forma, os softwares educacionais, destacando as simulações computacionais, em sua grande maioria, podem ser considerados eficazes ferramentas que auxiliam à compreensão de fenômenos, principalmente

ao se referir de fenômenos imperceptíveis a olho nu (VASCONCELOS, 2016), auxiliando no processo de compreensão de conceitos e teorias relacionadas ao fenômeno. Os softwares de simulação devem buscar se aproximar ao máximo da realidade que está a simular, sendo o mais fiel possível ao modelo real, considerados suas particularidades como as leis e/ou teorias que envolvem o fenômeno (EICHLER; DEL PINO, 2000).

As simulações computacionais podem ser classificadas em duas classes: conceituais e operacionais. As simulações conceituais estão diretamente associadas aos conceitos e ideias do que está sendo simulado (RIBEIRO; GRECA, 2003), como por exemplo, a simulação da dissociação de um sal em meio aquoso, do comportamento do elétron no átomo, entre outros. As simulações operacionais por sua vez, apresentam uma série de informações e procedimentos do que está sendo simulado, o estudando pode ter acesso as partes que constitui o experimento antes de manuseá-las no mundo real, como por exemplo, a simulação do processo de titulação, que pode ajudar os estudantes antes mesmo da atividade experimental no laboratório de Química (VIEIRA, 1997; RIBEIRO; GRECA, 2003).

Jimoyiannis e Komis (2001, p. 185) destacam alguns pontos relacionados ao uso de simulação para fins educacionais, levando em consideração os benefícios voltados aos estudantes quando tem acesso ao manuseio desses softwares, sendo eles:

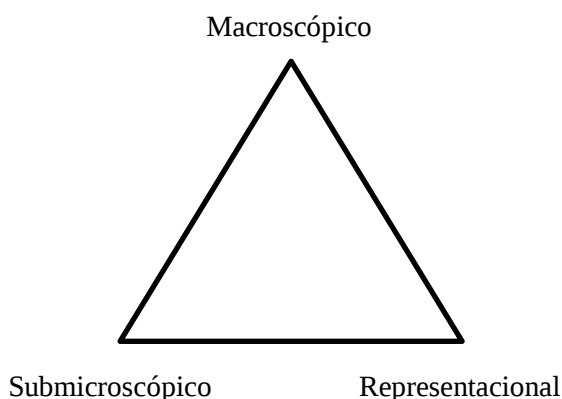
- Possibilitar um ambiente em que ocorra a formulação de hipóteses e teste de ideias a fim de desenvolver o seu entendimento sobre o fenômeno estudado;
- Manipular parâmetros, a fim de desenvolver compreensões entre as variáveis envolvidas nos sistemas, estabelecendo relações com o fenômeno observado;
- Lidar com diversas representações, como imagens, animações e gráficos, que contribuem no processo de compreensão de conceitos implícitos, as relações e processos envolvidos;
- Proporcionar a investigação de fenômenos, que não podem ser vivenciados em sala de aula ou em laboratório, considerados como complexos, de alto risco, que requer altos investimentos ou sua ocorrência ocorre em um curto espaço de tempo.

Essas pontuações são feitas para o uso de simulações no ensino de física, no entanto, elas se adequam ao ensino de Química, visto que para se explorar um software de simulação durante as aulas de Química é necessário que o mesmo possibilite ao estudante a criação e testes de hipóteses relacionadas ao fenômeno; apresente parâmetros alteráveis afim experimentar novas possibilidade de visualização do mesmo, disponha de representações adequadas dos

componentes do sistema analisado, como imagens, gráficos e animações e viabilize a análise de fenômenos que muitas vezes não são possíveis de visualização e exploração no seu campo macroscópico em sala de aula ou laboratório de Química. Além dos pontos destacados, ainda pode-se acrescentar o fato desses softwares proporcionar o estudo do fenômeno a nível atômico-molecular, o que possibilitar uma maior compreensão dos conceitos explícitos e implícitos ao conteúdo em questão.

No que se refere ao ensino de Química, é necessário que o estudante possa transitar e relacionar os três modos representativos do conhecimento químico (JOHNSTONE, 1993) como representado na figura 2.

Figura 1. Tríade de Johnstone



Fonte: adaptado de Johnstone (1993, p. 703)

Na tríade, Johnstone (1993) apresenta os três níveis que deve ser transitado para que ocorra a compreensão de conceitos da Química. O autor apresenta o aspecto macroscópico se referindo ao visível, observável, como os fenômenos visualizados em atividades experimentais e até no nosso cotidiano; o submicroscópico se refere a análise deste fenômeno à nível atômico-molecular, possibilitando a investigação mais detalhadas das variáveis que compõe o sistema; e o aspecto simbólico, sendo este a linguagem química utilizada para explicar o fenômeno, como símbolos e equações (JOHNSTONE, 1993; 2000). As simulações computacionais possuem extrema importância no que se refere a apresentação e investigação do fenômeno no seu nível submicroscópico, visto que, é notório que o uso de simulações educacionais, quando incorporados adequadamente no processo de ensino, viabiliza a compreensão de conceitos e fenômenos tidos como abstratos pelos estudantes de Ciências, pois possibilita a visualização das variáveis que compõe o fenômeno no campo submicroscópico.

3.2 USO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA

A atividade experimental se tornou parte das aulas de Química, tendo como finalidade estimular a atenção e participação dos estudantes, seja no laboratório ou na própria sala de aula, de forma demonstrativa (realizada exclusivamente pelo professor) ou investigativa (realizada pelos educandos). Entretanto, a experimentação realizada como “receita de bolo” que segue um roteiro preestabelecido, com uma visão simplista de comprovação de teorias, é refutada quando se trata de promover uma aprendizagem mais significativa. O uso de atividades experimentais no contexto do ensino tem sido motivo de pesquisas na área de Ensino de Química, destaca-se trabalhos (GIORDAN, 1999; SILVA; MACHADO e TUNES, 2011; CARVALHO, 2013; SILVA, 2013; MONTEIRO; RODRIGUES e SANTIN FILHO, 2017) que apresentam um novo olhar sobre essa inserção das atividades experimentais no ensino, possibilitando reflexões acerca do seu uso.

3.2.1 As diferentes visões do uso da experimentação na Ciência

A experimentação está presente na Química desde os primórdios desta ciência, muito utilizada para testar e comprovar hipóteses, dessa forma,

A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência (GIORDAN, 1999, p. 44).

Dessa forma a experimentação passou a assumir o papel de protagonista nas comprovações científicas levando, muitas vezes, a uma visão positivista da mesma. Essa visão lógico-positivista da experimentação apresentou métodos de indução e dedução, sequencialmente, a fim de comprovar leis e teorias. Este primeiro método se caracteriza em apresentar conclusões e/ou enunciados genéricos a cerca de um fenômeno a partir das observações realizadas através da experimentação, impossibilitando que haja contradição e todas as evidências estejam acordadas na comprovação e fortalecimento das leis e teorias, método este descrito por Francis Bacon, dando base a ciência indutivista (GIORDAN, 1999).

Posteriormente, Descartes apresenta o método dedutivo mostrando uma contraversão nas ideias de produções científicas proposta por Bacon, tendo como finalidade, comprovar uma hipótese preestabelecida, ou seja:

Descartes considerava que o processo dedutivo – reconhecer a influência causal de pelo menos um enunciado geral sobre um evento particular – ganharia mais força na medida em que o percurso entre o enunciado geral e o evento particular fosse preenchido por eventos experimentais (...) (GIORDAN, 1999, p. 44).

Tais métodos apresentados tiveram suas ideias presentes na área do ensino de Ciências, mas isso não está inserido apenas em um passado distante, visto que nos dias atuais observa-se práticas que apresentam a experimentação como meio de comprovar teorias, seguindo uma lógica predeterminada baseada no “método científico”. Nesta dinâmica, o erro muitas vezes não é valorizado e apresenta como consequência o não entendimento da ideia real da utilização da experimentação e dos conceitos envolvido na prática, seja com alunos da educação básica ou mesmo de nível superior (GIORDAN, 1999; MONTEIRO; RODRIGUES; SANTIN FILHO, 2017).

Carvalho (2013) afirma que não possuímos um “método científico, mas etapas e raciocínios que são indispensáveis para a realização de uma experimentação científica. Dentre elas, a autora destaca a criação de hipótese e verificação destas, em que o problema e os conhecimentos preexistentes possibilitaram a construção destas hipóteses, buscando a resolução da problemática, e a resolução desse problema possibilitará a explicação e o entendimento da situação, dessa forma “mostrando aos alunos que Ciências não é a natureza, mas leva a uma explicação da natureza” (CARVALHO, 2013, p. 7).

No entanto a partir dos anos 60, uma nova visão começou a ser estabelecida em relação ao uso da experimentação no ensino de Química, como por exemplo, levando em consideração aspectos cognitivos através da psicologia cognitiva (GIORDAN, 1999). A partir de então começou a levar em consideração aspectos importantes como o papel do erro e suas possibilidades de viabilizar a aprendizagem durante as atividades experimentais. A seguir, apresenta-se algumas informações referente a este tipo de abordagem no ensino de Química.

3.2.2 Abordagem Cognitiva da Experimentação no Ensino de Química

Giordan (1999) baseado nos estudos de Bachelard (1996) e Moreira (1996) apresenta três dimensões voltadas a experimentação: dimensão cognitiva, dimensão psicológica e dimensão social. A primeira delas, destaca o papel do erro durante as atividades experimentais, o que antes, nos métodos presentes nas experimentações positivistas, era inconcebível.

O erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo. Rompe-se com a linearidade da sucessão “fenômeno corretamente observado/medido $\Rightarrow$ interpretação inequívoca”, verdadeiro obstrutor do pensamento reflexivo e incentivador das explicações imediatas (GIORDAN, 1999, p. 46).

A partir da visão sobre a importância do erro, foi possível criar meios nos quais o estudante possa entrar em conflito com as suas ideias e hipóteses, quebrando a linearidade do raciocínio. Tendo em vista que a evolução da Ciência não se deu de forma contínua e seriada, mas em diversos momentos dessa evolução, o erro se mostrou precursor de diversas descobertas, como por exemplo a descoberta do elemento químico fósforo, no qual Henning Brand ao realizar a destilação da ureia, proveniente da evaporação da urina, com a intenção de encontrar a pedra filosofal (STRATHERN, 2002). Assim, ele conseguiu obter um material de coloração branca altamente inflamável, denominando de fósforo.

Considerando que a Ciência não é construída de forma individualista, mas de forma coletiva, com contribuições de pessoas com objetivos semelhantes dentro de uma situação questionável, a experimentação também apresenta essa importante característica dentro do processo de construção do conhecimento. Giordan (1999) aponta o fazer ciência como construção humana, sabendo-se que essa construção se dá através de representações da realidade que possuem discursos mentais relacionados ao sujeito e ao social. O autor ressalva a importância do erro quando relacionado a atividades experimentais em um ambiente social, pois sabendo que ao se deparar com uma situação de falha no decorrer dos processos o grupo mobilizará esforços para corrigir e remodelar observações realizadas, entrando em um processo conflituoso entre os sujeitos e seus respectivos modelos mentais, acarretando em um possível novo acordo à fim de representar o fenômeno em questão.

A dimensão cognitiva está relacionada aos modelos mentais criados pelos sujeitos, sendo esses considerados reflexos que correspondem à realidade observada, procedendo na mente do estudante (MOREIRA, 1996; GIORDAN, 1999). De acordo com Moreira (1996)

estes modelos mentais são similares a blocos relacionados a construção cognitiva, que podem ser organizados, e se necessário, sofrer alterações dentro de um processo de reorganização. Já as representações mentais, o autor citado anteriormente, apresenta como sendo formas de criar uma representação interna do que esta externamente a sua volta.

Fazendo uma correlação dos modelos mentais tratado por Moreira (1996) e a experimentação, está também tem por finalidade apresenta possibilidades para que os estudantes possam criar mentalmente uma realidade simulada, sendo possível estimular a criação de modelos mentais e assim possam explicar o fenômeno que vem a ser explorado no experimento (GIORDAN, 1999).

Silva, Machado e Tunes (2011), contribuem para este âmbito da cognição no ensino através da experimentação ao apresentar as palavras e imagens como sendo as primeiras atividades experimentais da humanidade, visto que elas se apresentam desde a época das cavernas, em que o homem representava o mundo a sua volta através de, primeiramente, imagens e posteriormente palavras. Como sendo uma forma de externar a realidade que o indivíduo estava vivendo, ao expressar na forma de imagens, não era representado o mundo em sua realidade concreta, mas sim uma realidade abstrata criada e reproduzida pelo homem, podendo ainda ser modificada e modelada por ele, acrescentando informações que não precisamente façam partes do mundo real, criando assim uma nova realidade (SILVA; MACHADO; TUNES, 2011). Em resumo, *desenhar e escrever sobre o mundo concreto possibilitam o desenvolvimento do pensamento analítico, isto é, da decomposição do mundo concreto em partes e da criação de novas sínteses. É nesse sentido que podem ser vistas como atividades de experimentação.* (SILVA; MACHADO; TUNES, 2011, p. 210).

Ou seja, a experimentação por si só, possui diferenças da experimentação científica, sendo esta teoricamente orientada, não com a finalidade de comprovar uma teoria, mas sim de promover o pensamento analítico.

3.2.3 O Papel da Experimentação no Ensino de Química

Voltando a visão para o contexto de sala de aula a experimentação é uma ferramenta que, além de possibilitar uma abordagem histórica da Ciência, abre possibilidades para que o estudante possa se coloca como sujeito ativo na construção do seu próprio conhecimento, progredindo em relação as descobertas de novos conceitos assim como a história da Ciência se

apresenta (SILVA, 2013). Tendo em vista que a evolução da ciência não se apresenta com linearidade, levar situações de investigação, criação de hipóteses e comprovação, ou não, dessas hipóteses dentro de atividades experimentais possibilita criar meios para que o estudante se comporte como sujeito ativo e capaz de interferir nas diversas interfaces da experimentação, dessa forma evoluindo conceitualmente nas descobertas científicas.

Sabe-se que a experimentação se faz necessária nas aulas de Química, tendo em vista suas potencialidades. Giordan (1999) relata que, tanto professores quanto alunos, mencionam as atividades experimentais percursoras do despertar de interesses entre os educandos de diversos níveis escolares, pois a mesma apresenta um caráter lúdico, instigador e diretamente vinculado aos sentidos, possibilitando progressos na capacidade de aprendizado ao envolver o estudante nas situações propostas.

No entanto, vale destacar as problemáticas envolta da inserção de atividades experimentais nas aulas de Química no Ensino Médio. Silva, Machado e Tunes (2011) apresentam possíveis argumentos que possam levar a uma justificativa de prováveis problemáticas difundidas no meio educacional:

- Falta de laboratório de química nas escolas.
- Quando há laboratório, estes apresentam déficit para sua devida utilização como a falta de materiais essenciais de manuseio.
- Espaços inadequados para atividades experimentais, sem devidas instalações básicas.
- Laboratório que não estão inseridos dentro da realidade dos estudantes, muitos deles projetados tendo como modelo laboratórios de nível superior.
- Grade curricular extensa e relação ao tempo disponibilizado, impossibilitando a utilização de atividades laboratoriais.
- A locomoção dos alunos para o laboratório, que pode acarretar o desconforto da parte administrativa da escola.
- Curto espaço de tempo para organização de materiais em laboratório antes e depois das práticas experimentais.
- Atividades experimentais realizadas em momentos diferentes das aulas teóricas, acarretando em dificuldades na relação entre a teoria e o experimento.
- Falta de roteiros que possibilitem relações teoria-prática.

Diante dos pontos apresentados, em alguns casos, é perceptível a ausência do real significado de experimentação, como por exemplo o relato da falta de roteiros que não facilitam

a ligação entre teoria e prática, uma vez que o roteiro é apenas um instrumento que pode ser utilizado, mas não se coloca como protagonista das atividades práticas. Quando colocado desta forma pode se comportar como limitador de processos cognitivos que o aluno possa vir a desempenhar. Outro ponto é a falta de espaço para realização dessas atividades, sabe-se que não são necessários experimentos muito elaborados para se trabalhar fenômenos presentes no currículo de Química do Ensino Médio, tendo em vista que experimentos mais simples possibilitam a análise do fenômeno sem que os envolvidos na atividade, aluno e professor, apresentem maiores dificuldades no seu entendimento, como afirma Danhoni e Savi¹ (2005 apud SILVA, 2013, p. 121):

Um dispositivo experimental para o estudo de fenômenos fundamentais da natureza deve ser simples, ainda mais quando o nosso objetivo é a Educação em Ciências, porque dessa forma recuperamos a beleza e a simplicidade do fenômeno estudado. São simples: o pêndulo, a bússola, o espelho, a lente de aumento da lupa, o transistor, as engrenagens, as alavancas, etc.

Logo, alguns experimentos mais simples podem ser aplicados em sala de aula, visto que, a eficiência ou não da atividade experimental é o resultado da condução que é dada a ela. O professor apresenta papel fundamental para essa mediação, pois será ele que irá conduzir as discursões e ideias apresentadas pelos estudantes para o que é cientificamente aceito (GIORDAN, 1999).

Diante desses fatores, a experimentação pode ser um viés para que o estudando possa transitar nos três modos representativos da Química: macroscópico, submicroscópico e simbólico, na qual deve existir relações entre eles de forma que estas relações possibilitem o aprendizado desta ciência (JOHNSTONE, 1993). A *observação macroscópica* está relacionada com o visual do experimento, ou seja, as observações do fenômeno, a *interpretação submicroscópica* se faz presente quando o estudante se detém de explicações científicas afim levantar argumentos sobre o fenômeno, a utilização de fórmulas matemáticas, equações química e modelos representacionais se enquadram na expressão representacional, ou seja, a linguagem científica que vem a ser utilizada pelo estudante na sua realidade (SILVA; MACHADO; TUNES, 2011; VASCONCELOS; 2016).

1 NEVES, Marcos C. Danhoni; SAVI, Arlindo (Org.). **De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de Física**: construindo alternativas. Maringá: Editora Massoni, 2005.

3.3 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM) E SUAS RELAÇÕES COM O ENSINO DE QUÍMICA

Ao se tratar da aprendizagem, se faz necessário analisar como essa se desempenha a nível cognitivo. Sabendo disso, a psicologia cognitiva tem como objeto de análise os processos mentais do indivíduo, analisando aspectos, como por exemplo, o seu processo de retenção da memória. Dessa forma a Teoria cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) proposta por Richard Meyer (2001; 2002) apresenta premissas relacionadas ao processo de aprendizagem a partir de apresentações multimídias, canais de processamento de informações e os processos cognitivos envolvidos.

3.3.1 Argumentos a favor da Aprendizagem Multimídia (AM)

Mayer (2001; 2002) apresenta argumentos a favor da aprendizagem multimídia, o qual afirma que as pessoas apresentam melhoria na aprendizagem quando são apresentadas palavras e imagens ao invés de palavras ou imagens de forma isolada. Essa afirmação também se caracteriza como *princípio do multimídia* e a relação entre as palavras e imagens com a finalidade de promover a aprendizagem se define como *mensagem educacional multimídia* (MEM) ou *mensagem multimídia*. No entanto, se faz necessário enfatizar a importância de se ter a devida atenção ao se trabalhar com essas palavras e imagens, visto que apenas correlacionar esses elementos não garante a sua eficiência em relação a melhoria da aprendizagem (MAYER; 2001; 2002).

Dessa forma, se faz necessário saber como a mente humana funciona diante das mensagens educacionais multimídias, pois a aprendizagem multimídia dá-se quando o indivíduo consegue fazer relações entre as palavras e imagens apresentadas, criando uma representação mental (MAYER; 2002). Ou seja, quando a MEM consegue cumprir com a sua finalidade educacional de promover a aprendizagem significativa. Sendo assim, a TCAM busca contribuir para que esse propósito seja contemplado, tendo em vista os processos cognitivos envolvidos no processamento de informações pelos indivíduos (MAYER; 2002).

As palavras e imagens utilizadas para compor as MEM podem ser apresentadas das mais variadas formas, as palavras como texto impresso (disponibilizados em livros didáticos ou na tela do computador) ou falado (narração realizada pelo computador ou voz do professor); as imagens por sua vez podem ser apresentadas na forma estática (como fotos, mapas, gráficos e

mapas) ou dinâmica (como animações, vídeos e simulações computacionais) (MAYER, 2001; 2002).

3.3.2 Pressupostos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM)

A formulação da TCAM se baseou em quatro critérios: *a plausibilidade teórica*, na qual a teoria é coerente com os princípios relacionados à ciência cognitiva; *a plausibilidade empírica*, estando a teoria em conformidade com as provas relacionadas as pesquisas empíricas a respeito da aprendizagem multimídia; *a testabilidade*, na qual a teria possibilita ser testada em pesquisas científicas de acordo com as suas previsões; e por fim, *a aplicabilidade*, pois a teoria é pertinente quando se trata das necessidades do âmbito educacional, principalmente quando se trata de tornar a aprendizagem significativa a partir do uso das mensagens educacionais multimídias (MAYER, 2001).

A TCAM se baseia em três pressupostos nos quais dão subsídios ao estudo dos processos cognitivos envolvendo a aprendizagem multimídia. O primeiro deles é o *pressuposto do canal duplo*, em que apresenta o ser humano como dotado de canais distintos para processar informação apresentadas de forma visual (canal visual/pictórico) e auditiva (canal auditivo/verbal) (MAYER, 2001; 2002).

O segundo pressuposto indagado pelo mesmo autor é o da *capacidade limitada*, o qual afirma que os seres humanos apresentam limitações no processamento de informações apresentadas paralelamente nos canais visual e auditivo, ou seja, quando é apresentada uma animação ao educando, o mesmo só é capaz de manter na memória de trabalho algumas imagens a cada instante (MAYER, 2001; 2002). Da mesma forma acontece quando a informação é apresentada na forma de narração, o educando só é capaz de manter na memória de trabalho algumas palavras que fazem parte do texto (MAYER, 2001; 2002). Dessa forma, o pressuposto apresenta uma nova visão de como proceder na organização de materiais multimídias, relacionando-os com os níveis de aprendizagem do ser humano, tendo em vista suas limitações, possibilitando buscar meios de operar de forma eficaz no processo de ensino aprendizagem.

O terceiro pressuposto apresentado por Mayer (2001; 2002), no qual ele denomina como *processamento ativo*, aponta o ser humano como ser ativo nos processos cognitivo a fim de construir uma representação mental harmoniosa das apresentações multimídias, sendo os processos cognitivos ativos o ato de prestar atenção no que está sendo apresentado, organizar as informações recebidas e integra-las com conhecimentos preexistentes. Sendo assim, a

aprendizagem ativa será efetiva quando as informações recebidas forem integradas a processos cognitivos pelo educando, fazendo com que essas informações ganhem sentido (MAYER, 2001; 2002). O quadro abaixo apresenta de forma resumida tais pressupostos e os teóricos relacionados, vale ressaltar que os autores são citados por Mayer, relacionando com seus devidos pressupostos.

Quadro 1. Três pressupostos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

Pressupostos	Descrição	Autores relacionados (apresentados por Mayer)
Canais duplos	Os seres humanos possuem diferentes canais para realizar processamentos de informações visuais e auditivas	Paivio (1986), Baddeley (1986,1999)
Capacidade limitada	Os seres humanos possuem limitações relacionadas a quantidade de informações que conseguem processar ao mesmo tempo em cada canal	Baddeley (1986,1999), Chandler & Sweller (1991)
Processamento ativo	Os seres humanos apresentam participação na aprendizagem ativa, através da atenção nas informações relevantes, organização dessas informações em representações coerentes e integrando-as com outros conhecimentos	Mayer (2001), Wittrock (1989)

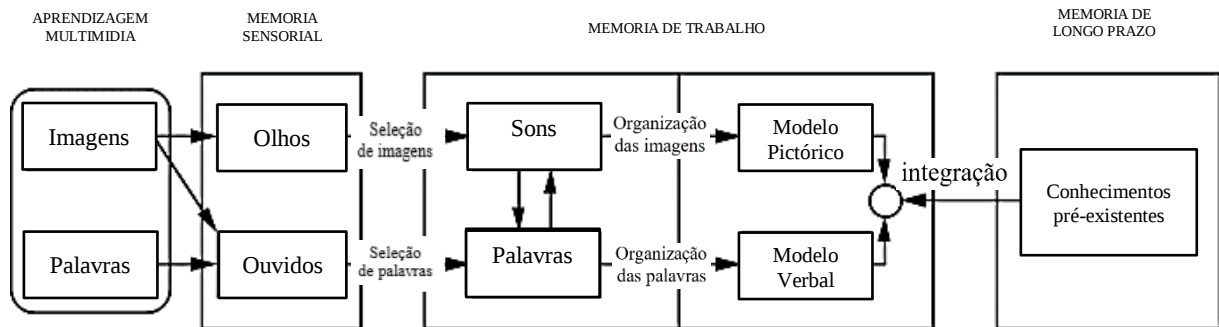
Fonte: adaptado de Mayer (2001, 2002)

Ao relacionar esses pressupostos com a educação escolar, observa-se a necessidade do planejamento das estratégias educacionais que envolvem mensagens multimídias tendo em vista a capacidade cognitiva relacionada ao processamento de palavras e imagens (apresentações multimídias) daqueles que irão receber as referidas informações. Assim, possibilita-se uma visão mais ampla dos limites e potencialidades dos educandos e reformula-se a concepção de ver o ser humano como um indivíduo com uma capacidade cognitiva infundável, colocando-o diante de condições e elementos que proporcionem meios para que a aprendizagem ativa de fato seja promovida.

3.3.3 Tipos de memórias da Aprendizagem Multimídia

A TCAM apresenta um modelo cognitivo da aprendizagem multimídia, ilustrado na figura 3, que representa a forma que a mente humana trabalha diante de mensagens educacionais multimídias.

Figura 2. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia



Fonte: Adaptado de Mayer (2001, p. 219)

Analisando mais detalhadamente a figura, Mayer (2001, 2002) apresenta os armazéns de memória em que estão inseridos a memória sensorial, a memória de trabalho, esta por sua vez a área de foco da TCAM e por fim, a memória de longo prazo, a qual faz o detalhamento dos elementos presentes em cada caixa e suas respectivas funções.

Esses armazéns de memória estabelecem relações através dos elementos presentes em cada um deles. As palavras e imagens são levadas, na forma de apresentação multimídia, para a memória sensorial (primeiro armazém apresentado) através dos canais visuais e auditivos, respectivamente (MAYER, 2001). Dessa forma acontece o primeiro contato do educando as palavras e imagens exibidas em uma apresentação multimídia, seja ela na forma de animação com narração, simulações com narração, essa por sua vez pode ser a voz do próprio professor durante a explicação, entre outros.

Posteriormente, em um tempo reduzido para ambos os casos, a memória sensorial possibilita que as imagens e os textos impressos apresentados sejam capturados através memória sensorial visual como imagens visuais, e os textos narrados e sons diversos como imagens auditivas através da memória sensorial auditiva (MAYER, 2001). As setas por sua vez, representam os registros correspondentes às palavras pelos ouvidos e olhos e as imagens pelos olhos, dentro da memória sensorial (MAYER, 2001).

A memória de trabalho, sendo essa o principal campo da aprendizagem multimídia, possui relação direta com a memória sensorial e a memória de longo prazo, no entanto é nessa área da memória que as informações entram na forma de sons e imagens, ou seja, representações visuais das imagens observadas e representações de imagens sonoras das palavras lidas ou narradas. Estas imagens e palavras podem ser convertidas entre si, as setas presentes entre as

imagens e os sons simboliza essa conversão realizada de sons em imagens visuais e vice-versa (MAYER, 2001).

Os conhecimentos que são elaborados na memória de trabalho são denominados por modelo pictórico e modelo verbal (MAYER, 2001), os quais possuem relações entre si e com a memória de longo prazo, pois, de acordo com a teoria, se faz necessário essa integração dos modelos verbais e pictóricos para que ocorra aprendizagem ativa através de processos cognitivos. Mayer (2001) apresenta nas setas com a descrições de: seleção de imagens, seleção de palavras, organização de imagens e organização de palavras. Na tabela 3 está organizado de forma resumida cada processo cognitivo e sua descrição.

Quadro 2 – Cinco Processos Cognitivos da TCAM

Processo	Descrição
Seleção de palavras	O estudante volta a sua atenção a palavras relevantes de uma mensagem multimídia para promover a criação de sons na memória de trabalho
Seleção de imagens	O estudante volta a sua atenção a palavras relevantes de uma mensagem multimídia para promover a criação de imagens na memória de trabalho
Organização de palavras	É estabelecido uma ligação entre as palavras selecionadas pelo aprendiz, para construir um modelo verbal coerente na memória de trabalho
Organização de imagens	É estabelecido uma ligação entre as imagens selecionadas pelo aprendiz, para construir um modelo pictórico coerente na memória de trabalho
Integração	Se estabelece interações entre os modelos verbais e pictóricos coerentes e os conhecimentos prévios

Fonte: Adaptado de Mayer (2001, p. 225)

Primeiramente, irá ocorrer a seleção de palavras relevantes, neste momento o indivíduo irá prestar atenção nas palavras que estão sendo apresentadas, seja na forma de texto impresso ou narrado e designa quais as palavras mais relevantes, ou seja, que apresenta mais significado para o indivíduo receptor da MEM no momento que está sendo retida na memória sensorial, sabendo que nem todas as palavras serão selecionadas, estando de acordo com o pressuposto da capacidade limitada (MAYER, 2001; 2002). Essa seleção palavras ainda pode estar interligada com o efeito da sinalização, na medida em que, ao ressaltar trechos e palavras mais importantes podem contribuir para essa seleção realizada pelo indivíduo.

Posteriormente, ocorre a seleção de imagens relevantes, este o processo é semelhante ao da seleção de palavras, no entanto agora está se tratando de imagens que estão presentes em apresentações multimídias, logo o canal de entrada dessas mensagens também sofrerá modificação, sendo este realizado inicialmente no canal visual podendo ser convertido para o

canal auditivo (MAYER, 2001; 2002). Da mesma forma que a seleção de palavras, esse processo cognitivo também está de acordo com o pressuposto da capacidade limitada, pois o indivíduo só é capaz de selecionar algumas imagens apresentadas (MAYER, 2001; 2002).

Em seguida ocorrerá a organização de palavras e imagens relevantes, o indivíduo irá realizar ligações entre as palavras selecionadas e as imagens selecionadas (separadamente) que façam sentido para explicar o fenômeno estudado (MAYER, 2001; 2002). Da mesma forma que os dois primeiros processos cognitivos apresentados, estes possuem suas limitações, visto que o indivíduo não é capaz de desenvolver todas as possíveis ligações entre as palavras e entre as imagens, se limitando a sistemas mais simples (MAYER, 2001; 2002).

Por fim, ocorre o processo cognitivo de integração das palavras e imagens, nomeado como o processo mais importante da aprendizagem multimídia, neste momento os indivíduos irão estabelecer uma relação entre os modelos verbais e pictóricos na memória de trabalho, e não apenas relações de cada um individualmente. É um processo que requer alto desempenho cognitivo, pois o indivíduo poderá buscar os seus conhecimentos prévios para colaborar e facilitar no processo de integração (MAYER, 2001; 2002).

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como qualitativa, visto que ela não se atenta apenas a representação em forma de números, mas tem como foco a investigação no que se trata da compreensão de um grupo social, possuindo característica descritivas, estabelecendo o contato do pesquisador com o espaço empírico e os significados que os pesquisados dão aos fenômenos estudados (GODOY, 1995; GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Os dados coletados através dessa pesquisa foram analisados de acordo com os processos cognitivos apresentados na TCAM, visto que estes apresentam meios para realizar a devida análise e propiciar possíveis respostas ao problema apresentado.

4.1 ELABORAÇÃO DAS SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) INTEGRANDO EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO

A sequência didática elaborada buscou integrar simulação computacional e atividade experimental a fim de promover a compreensão de fenômenos químicos nos níveis representacionais da Química. Todas as etapas constituintes da SD foram pensadas de acordo com os nove efeitos da TCAM (Quadro 3) apresentados por Mayer (2002) em que o teórico os apresenta como sendo importantes para que ocorra uma aprendizagem mais efetiva.

Quadro 3. Nove efeitos da Teoria Cognitiva da aprendizagem Multimídia

Efeitos	Descrição
Efeito multimídia	Uso de palavras e imagens em vez de palavras sozinhas.
Efeito da continuidade espacial	Palavras e imagens relacionadas, próximas.
Efeito da continuidade temporal	Uso de narração e animação simultâneos.
Efeito da coerência	Imagens e palavras irrelevantes são retiradas.
Efeito da modalidade	Uso de animação e narração, em vez de texto e animação.
Efeito da redundância	Uso de animação e narração, em vez de animação, narração e texto.
Efeito do treinamento prévio	Mostrar as partes de um processo e depois suas funções.
Efeito da sinalização	Ressaltar trechos importantes, sinalizando.
Efeito da personalização	Palavras apresentadas na forma de conversação, não-formal

Fonte: Própria

A temática foi escolhida tendo em vista a possibilidade da sua aplicação em escolas de ensino básico e em nível superior, sendo ela “As festividades juninas e os fogos de artifícios”.

O software escolhido faz parte da plataforma *PhET da University of Colorado-Boulder*², com a simulação ‘Modelo do Átomo de Hidrogênio’, caracterizada como uma simulação conceitual, visto que possibilita a análise do fenômeno investigado, os conceitos e teorias envolvidos. A escolha da plataforma foi realizada a partir de pesquisas sobre a inserção de softwares de simulação no ensino, então foi visto que a plataforma se destacou dentre as demais utilizadas, logo, foi realizada a exploração da mesma e observou-se a qualidade dos simuladores e sua possível utilização na SD. Ao final da aplicação da SD os participantes elaboraram, de forma individual, fluxogramas relacionando palavras e imagens dentro de uma associação lógica a fim de explicar o fenômeno em questão. Em seguida, foram disponibilizados teste de transferências, em que Mayer (2002) apresenta-os como uma das formas de avaliar a aprendizagem, visto que “os testes de transferência avaliam quão bem alguém pode aplicar o que eles aprenderam para uma nova situação” (p. 100, tradução nossa).

4.2 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A SD foi aplicada com alunos voluntários do curso de química/licenciatura que estavam cursando as disciplinas de Metodologia do Ensino de Química I, II e/ou III. Esta escolha se deu devidos os mesmos terem vivenciados práticas formativas que integram a atividade docente em Química. Estes indivíduos da pesquisa receberam nome fictícios como participante A, B, C, etc.

4.2.1 Aplicação da sequência didática “As festividades juninas e os fogos de artifícios”

A SD intitulada por “As festividades juninas e os fogos de artifícios” foi aplicada com alunos de Metodologia do ensino de Química I, II e III, com a participação 20 inscritos, no entanto, do total de inscritos, apenas 16 pessoas participaram de todos os momentos da aplicação.

O primeiro momento iniciou-se no laboratório de informática, sendo disponibilizado para os participantes um texto base que abordava a temática referente a SD. Durante a leitura e reflexão do texto foram apresentadas no slide projetado, imagens de comidas e danças típicas do período junino, adentrando no estudo dos fogos de artifício. Posteriormente os participantes tiveram acesso à plataforma PhET, acessando o simulador ‘*Modelo do Átomo de Hidrogênio*’³.

² Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/> Acesso em: 09 nov. 2018.

³ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom>. Acesso em: 25 jun. 2018.

A escolha do software se deu a partir dos requisitos relacionados a temática SD, sendo eles: o acesso a modelos atômicos que possibilitem simular as transições eletrônicas ao ser incidido luz, em certa região do espectro eletromagnético, em um átomo de hidrogênio, fazendo correlação com as transições eletrônicas presentes no fenômeno da incandescência e luminescência dos sais estudados no teste de chama (atividade experimental) e nos fogos de artifício. Este momento contou com a duração de duas horas para a realização das atividades descritas.

Em seguida, os participantes foram direcionados para o laboratório de ensino de Química da universidade, para a realização da atividade experimental, etapa seguinte da SD. Foram disponibilizados para o manuseio, materiais referentes a realização do teste de chama, como: diferentes tipos de sais, álcool metílico, pinças de madeira, pinças de metal e lamparinas. A escolha da atividade experimental se deu diante da mesma possibilitar a visualização dos fenômenos relacionados aos fogos de artifícios, analisando à nível macroscópico a emissão de energia luminosa proveniente dos saltos quânticos. Essa abordagem se faz necessária, visto que, através dela possibilitará o contato visual do fenômeno, possibilitando meios para que o participante da pesquisa possa fazer relações entre o que foi visto a nível submicroscópico através da exploração da simulação computacional e o macroscópico com a realização da atividade experimental do teste de chama.

Ao final dessa atividade, realizou-se discussões sobre o experimento, relacionando-o com a exploração do software de simulação. A realização da atividade experimental e discussões sobre o que foi vivenciado contou com uma hora para a realização, dessa forma a aplicação desse primeiro encontro da aplicação da SD contou com um tempo total de 3 horas, 1 hora a menos que o previsto na sequência didática.

Em um momento posterior, após se passarem três dias do primeiro encontro, foi realizada a aplicação do terceiro momento da SD. Contando com a elaboração e apresentação de fluxogramas e resolução de questionário de transferência pelos participantes. Este momento contou com duas horas para a sua realização, totalizando cinco horas para a aplicação da SD completa.

4.3 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

Para realizar a coleta de dados, foi pensado na elaboração de fluxogramas, em que os participantes, após realizarem as atividades que envolvem a simulação e experimentação, pudessem organizar suas ideias relacionando palavras e imagens. Algumas dessas palavras e imagens foram disponibilizadas para os participantes, a fim de estimular a retomada de

conceitos trabalhados no decorrer da aplicação da SD. No entanto, não era imposto que todas as palavras e imagens fossem utilizadas, dando autonomia para que os estudantes desenhasssem suas próprias imagens e escrevessem suas próprias palavras no decorrer da elaboração do fluxograma.

Essa atividade possibilitou uma maior participação dos estudantes, visto que eles tiveram que construir o fluxograma, de modo individual, recortando palavras e imagens, associando-as com o que foi construído cognitivamente durante a sua vivência nesta abordagem metodológica. Mayer (2002) apresenta essas altas atividades comportamentais aliadas a altas atividades cognitivas como algumas das percussoras da aprendizagem significativa. Ao final da elaboração do fluxograma, foi realizada a apresentação do material, neste momento os participantes apresentaram suas ideias acerca do fenômeno explorado através das relações entre as imagens, as palavras e a correlação de ambas.

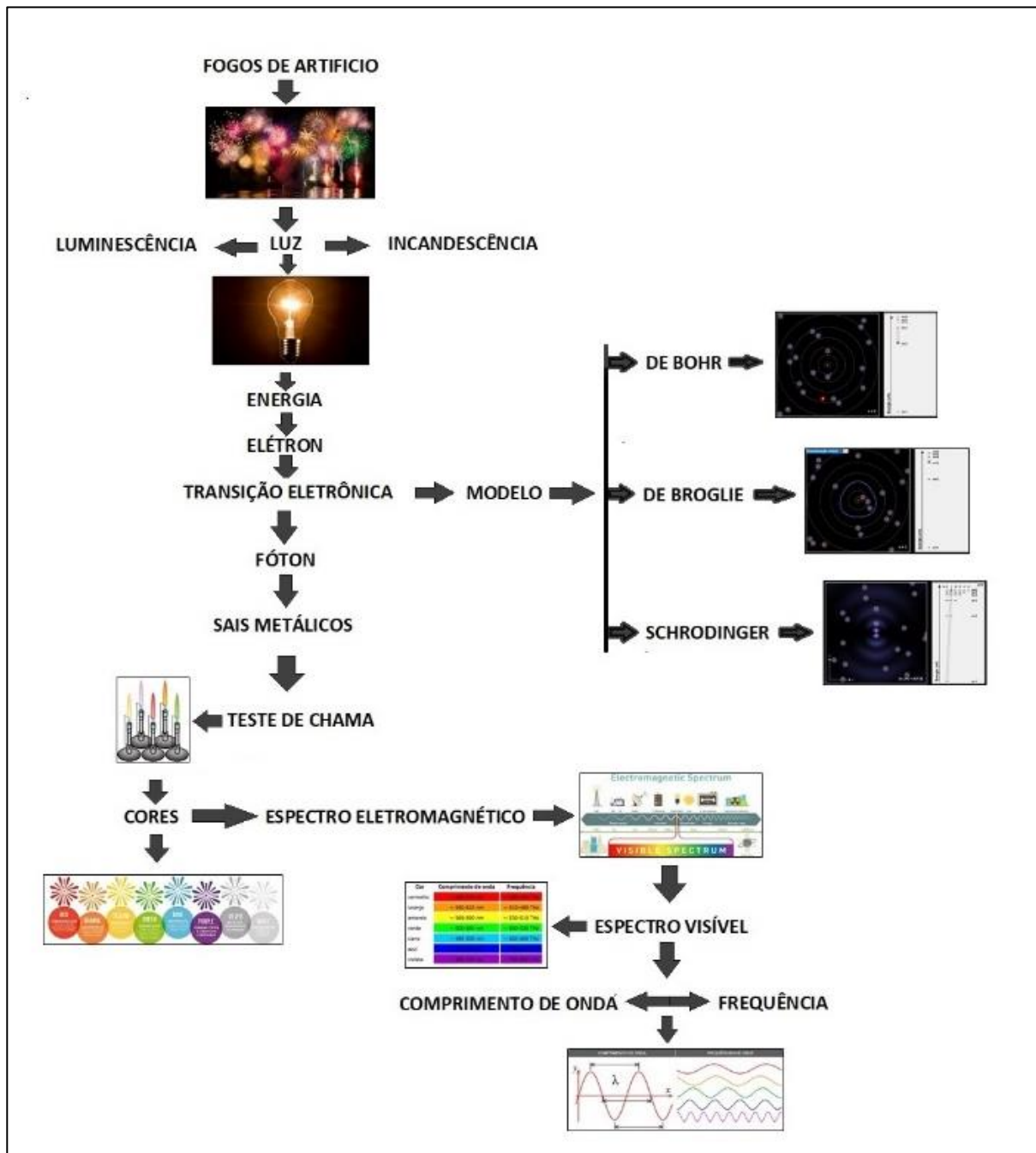
Em um segundo momento, foi aplicado um teste de transferência, contando com 3 questões abertas possibilitando que os participantes pudessem associar os elementos observados nos momentos de exploração e investigação da SD, aplicando-os em uma situação específica apresentada no teste de transferência.

4.3.1 Análise dos fluxogramas

Os fluxogramas elaborados foram analisados de acordo com os processos cognitivos da TCAM com ênfase no processo de integração dos modelos verbais e pictóricos. Mayer (2001; 2002) afirma que, para a aprendizagem ocorrer de forma significativa em espaços que trabalhe com mensagens multimídias, é necessário que o indivíduo possa transitar entre os cinco processos cognitivos descritos na revisão bibliográfica.

A análise do resultado proveniente do processo cognitivo referente a integração de palavras e imagens que os alunos utilizaram, serão feitas através do estabelecimento de uma sequência e/ou ligações que os mesmos utilizaram para explicar o fenômeno explorado na sequência didática, mediante a apresentação do fluxograma (Figura 4).

Figura 3. Fluxograma referência para a análise.



Fonte: Própria.

Assim, foram estruturadas categorias denominadas como:

- **Aceitável:** o participante deve apresentar na estrutura do fluxograma e na apresentação do mesmo, em uma sequência coerente de ideias, palavras e imagens que estabeleçam relações entre:

1. O fenômeno da queima dos fogos de artifício com a emissão de luz e/ ou as cores observadas,
 2. A luz emitida com os fenômenos da incandescência e luminescência e correlaciona-la como uma das formas de energias liberadas no fenômeno,
 3. A luz como proveniente da absorção (quantum) e emissão (fóton) de energia do elétron na transição eletrônica,
 4. A transição eletrônica com os modelos atômicos de Niels Bohr, Louis de Broglie e Schroedinger que foram explorados,
 5. A luz e/ou as cores observadas com a queima de sais metálicos presentes nos fogos de artifício,
 6. A luz e/ou as cores observadas com o espectro eletromagnético e o espectro na região do visível,
 7. A frequência e o comprimento de onda com o espectro visível,
 8. O teste de chama como outro viés que permite se observar a emissão de luz através da queima de um sal.
- **Razoavelmente aceitável:** serão adotados quando o participante não apresenta uma estrutura coerente entre os pontos apresentados no critério tido como aceitável e/ou apresentam divergência entre o que foi estruturado no fluxograma e a apresentação do mesmo.
 - **Inaceitável:** serão classificados aqueles fluxogramas que o participante não apresenta nenhuma relação aceitável entre palavras e imagens.

Vale salientar que o participante pode estabelecer relações entre uma variável com outras mais, e/ou correlaciona-las em uma lógica. Visto que, ao se tratar de um fenômeno as variáveis podem se correlacionar a fim de explicá-lo.

A partir dessa análise pode-se obter um panorama de como ocorreu a integração do modelo pictórico e verbal na memória de trabalho dos participantes da pesquisa, sabendo que esse processo é de grande importância para que a aprendizagem multimídia possa ocorrer com efetividade (MAYER, 2001; 2002).

4.3.2 Análise dos testes de transferência

As análises dos questionários também serão realizadas de acordo com os processos cognitivos da TCAM, com enfoque no processo de integração dos modelos verbais e pictóricos e a relação dessa integração com os conhecimentos já existentes na memória de longo prazo. A

fim de verificar se os participantes da pesquisa conseguiram fazer relações entre os níveis representacionais da Química, transitando entre o macroscópico, submicroscópico e representacional. Através da aplicação de testes de transferência também busca-se analisar como os participantes da pesquisa conseguem manipular os conhecimentos construídos e aplica-los em situações específicas.

As respostas do teste de transferência foram analisadas de acordo com critérios estabelecidos (Quadro 4) a partir das possíveis relações que podem ser realizadas pelos participantes da pesquisa.

Quadro 4. Critérios de análise para o teste de transferência.

Abreviações	Questões	Critérios
Q1	Na noite de réveillon é muito comum as pessoas ficarem olhando o céu na queima de fogos de artifícios na passagem do ano. É um espetáculo de cores realmente deslumbrantes. De acordo com os modelos atômicos existentes, qual(is) pode(em) ser utilizado(os) para melhor explicar o fenômeno dos fogos de artifício? Descreva a relação entre as ideias relacionadas ao(os) modelo(os) e o fenômeno observado.	O participante deve relacionar o fenômeno dos fogos de artifício com os modelos atômicos de Niels Bohr, Louis de Broglie e Schroedinger, observados na simulação computacional, correlacionando com os saltos quânticos e a emissão de fótons pelo elétron.
Q2	Um aluno recebeu, na sua página de rede social, uma foto mostrando a explosão de fogos de artifícios. No dia seguinte, na sequência das aulas de modelos atômicos e estrutura atômica, o aluno comentou com o professor a respeito da imagem recebida, relacionando-a com o assunto que estava sendo trabalhado, conforme mostra a foto. Explique o fenômeno observado na imagem, relacionando a queima dos fogos de artifícios, os elementos envolvidos, as cores emitidas, e o espectro eletromagnético na região do visível.	O participante deve explicar o fenômeno da queima dos fogos de artifícios a partir da relação entre a queima dos sais metálicos, a absorção e emissão de energia dos elétrons que compõe os cátions dos sais e a visualização dessa energia emitida em forma de luz no espectro eletromagnético na região do visível.
Q3	Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Cientificamente, o que ocasiona essa mudança de cor?	O participante deve explicar o fato da mudança da coloração da chama a partir da hipótese da presença do sal de cozinha na água do cozimento. Sabendo que este é composto por cloreto de sódio, ao entrar em contato com a chama os elétrons do cátion absorvem esta energia em forma de calor, são excitados e realizam a transição eletrônica para uma camada mais externa, ao retornar para o estado fundamental liberam energia em forma de luz (fóton) apresentando comprimento de onda na faixa da coloração amarela no espectro visível.

Fonte: Própria

Os critérios apresentados são tidos como relações ‘aceitáveis’ a serem feitas em cada questão para a resolução do questionamento. Os participantes ainda poderiam se enquadrar em

respostas ‘razoavelmente aceitável’, ao apresentar apenas um dos critérios referente a cada questão apresentado no quadro, e ‘inaceitável’ quando não apresenta nenhum dos critérios descritos.

A Q1 buscou indagar os participantes no que se trata da relação entre o fenômeno proveniente da queima dos fogos de artifício e os modelos atômicos apresentados na simulação computacional, dessa forma, correlacionando os saltos quânticos com os modelos estabelecidos ao átomo e as possíveis interpretações para o fenômeno. Viabilizando examinar a compreensão do fenômeno a nível microscópicos, tendo em vista que o mesmo foi explorado durante o uso da simulação computacional.

Na Q2 busca-se explorar o aspecto macroscópico trabalhado na atividade experimental e sua correlação com o nível microscópico da simulação computacional, visto que buscou-se analisar a relação entre a queima dos fogos de artifício, tendo em vista os elementos que o compõe e suas cores características.

Por fim, a Q3 tem como objetivo investigar como o participante consegue manipular as informações apresentadas a fim de aplicá-las a situações distintas, haja vista que a questão propõe a criação de uma hipótese para solucionar o problema, estando ela diretamente relacionada com os sais e saltos quânticos presentes em seus átomos.

Diante dos recursos apresentados para a coleta e análise de dados, espera-se que seja possível analisar as potencialidades do uso de simulação computacional e atividade experimental integrados em uma sequência didática como objetivo de compreensão de fenômenos químicos nos níveis representacionais da Química.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relacionada a SD, 16 participantes concluíram efetivamente o processo de aplicação da mesma, contando com a resolução do teste de transferência e elaboração do fluxograma. No quadro 5, encontra-se o resultado quantitativo da análise do primeiro quesito do teste.

Quadro 5. Respostas dos participantes em relação a primeira questão.

Crítérios	Número de participantes	Porcentagem
Aceitável	11	68,75%
Razoavelmente aceitável	3	18,75%
Inaceitável	2	12,5%

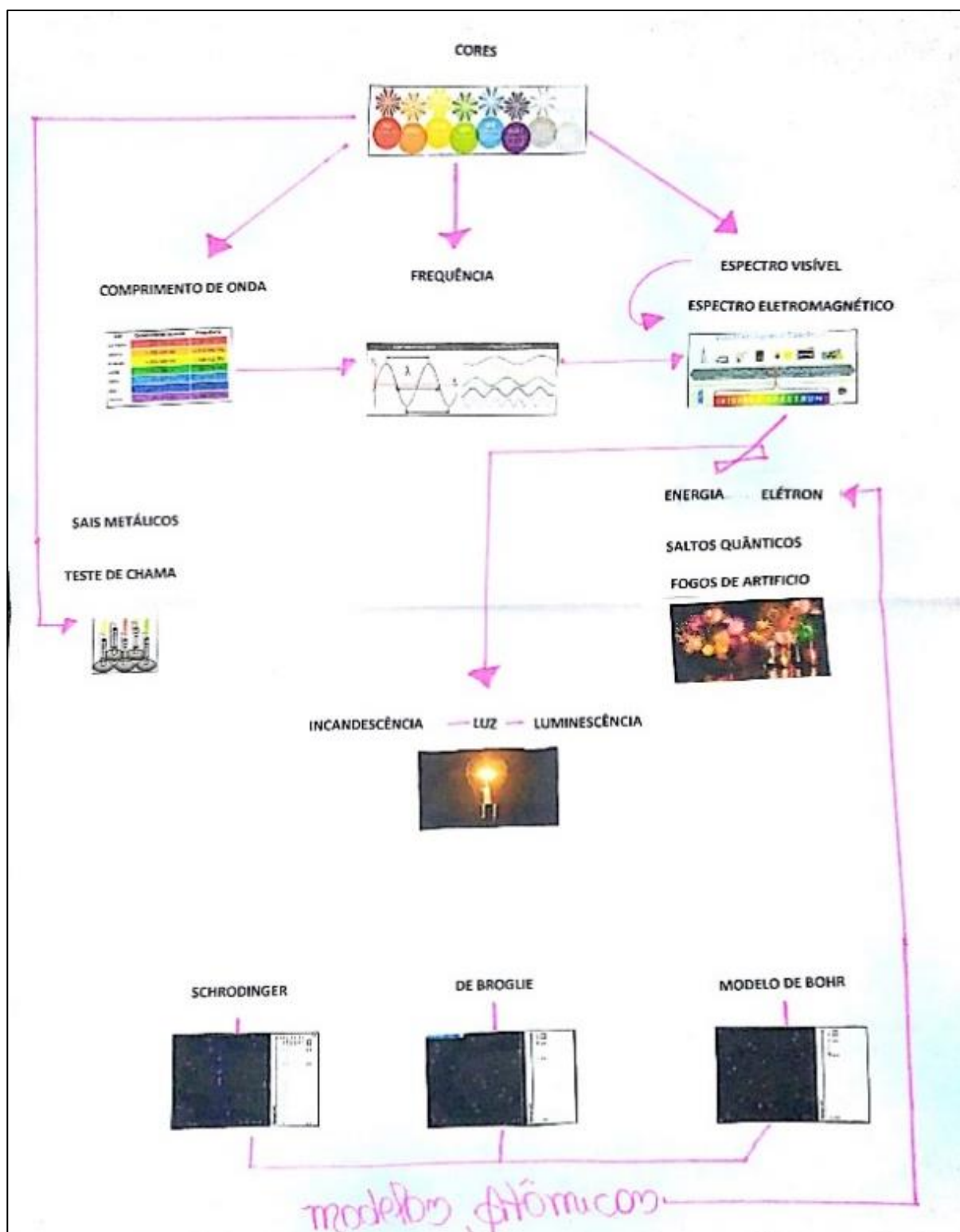
Fonte: Própria.

Como resposta inaceitável à questão número 1, destaca-se a do teste de transferência do participante A, que não conseguiu fazer as devidas relações a fim de explicar o fenômeno dos fogos de artifícios.

Participante A: “Os fogos de artifícios são reproduzidos através da movimentação dos átomos em seus níveis de energia. A cor mostrada no céu é correspondente ao elemento utilizado. ”

Nota-se que o participante não atingiu os critérios descritos como aceitáveis para a resolução da questão, pois não apresentou nenhuma relação do fenômeno com os modelos atômicos analisados durante a realização da exploração do software de simulação, além de relatar que as transições eletrônicas são realizadas pelos átomos, deixando incerta a associação do fenômeno com os elétrons presentes nos átomos dos sais utilizados. Dessa forma, identifica-se que o participante apresentou limitações no que se refere à exploração do software de simulação, visto que não estabeleceu a devida relação do fenômeno em seu aspecto submicroscópico, ao tratar dos saltos quânticos; e macroscópico ao se referir da luz proveniente da queima do sal. Os pontos observados no teste de transferência do participante A, se reflete diretamente no fluxograma elaborado pelo mesmo (figura 5).

Figura 4. Fluxograma do participante A.



Fonte: Própria

Ao analisar o fluxograma elaborado pelo participante, de acordo com os critérios pré-estabelecidos, percebe-se que o mesmo não conseguiu elaborar relações coerentes a fim de explicar o fenômeno dos saltos quânticos associados aos fogos de artifícios, realizando, para isto, conexão com os modelos atômicos analisados no software de simulação. Dessa forma,

refletindo na estruturação do fluxograma os mesmos fatores que foram verificados no teste de transferência. Pode-se justificar estes fatores de limitação apresentados pelo participante da pesquisa e observados durante a análise dos dados como resultado das limitações do próprio software de simulação, visto que, ao se tratar de um sistema complexo e imperceptível no seu domínio submicroscópico, o software apresenta suas limitações, pois se trata de um modelo que busca explicar o sistema real, tendo em vista as teorias que acerca do fenômeno explorado. Eichler e Del Pino (2000) corrobora com a presente hipótese ao afirmar que para que ocorra a estruturação coerente das ideias do fenômeno explorado é necessário que o software de simulação procure apresentar fidelidade ao sistema que está sendo simulado, dessa forma se aproximando ao máximo da realidade do fenômeno em si, tendo em vista suas leis e/ou teorias.

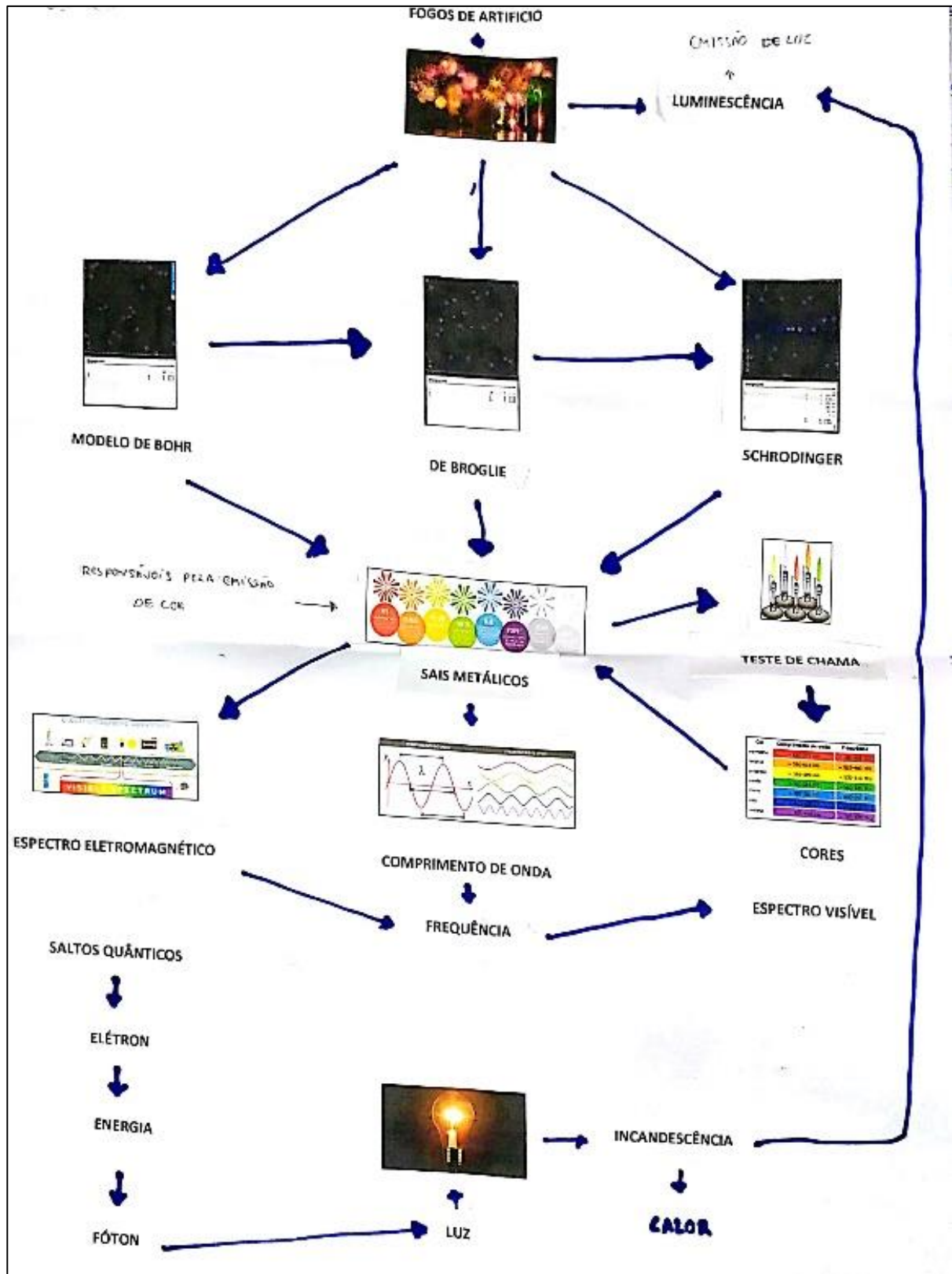
Dentre os participantes, 11 indivíduos conseguiram realizar uma resposta aceitável acerca do fenômeno estudado, destacando-se o participante B.

Participante B: “Os modelos que podem ser utilizados para explicar o fenômeno dos fogos de artifício são os modelos de Bohr, De Broglie e Schroedinger. A ideia desses modelos é de que o elétron recebe uma quantidade de energia e salta para um nível mais energético. O elétron excitado tende a voltar para seu estado fundamental liberando a quantidade de energia que ele recebe em forma de luz. É isso que acontece com os fogos de artifícios. A queima de um sal metálico faz com que os elétrons recebam uma certa quantidade de energia, saltam para um nível mais energético e voltam para o estado inicial liberando luz (incandescência – relacionado a atribuição de calor da queima do sal). Cada sal emite na cor relacionada a seu determinado comprimento de onda e frequência. ”

Dessa forma, observa-se que o participante B conseguiu contemplar os requisitos do critério relacionado a questão, apresentando pontos relacionados aos modelos atômicos e aos saltos quânticos explorados no software de simulação, contemplando o aspecto submicroscópico do sistema analisado. Observa-se também, que a colocação das propriedades dos sais metálicos analisados na atividade experimental e sua relação com o comprimento de onda e frequência da radiação emitida, viabilizou o entendimento do fenômeno no seu nível macroscópico interligado com o submicroscópico.

No entanto, no que se refere ao fluxograma elaborado pelo participante, é notório a incoerência das ideias referentes a associação entre o fenômeno e os modelos atômicos explorados, visto que, de acordo com o fluxograma base e os critérios de análise apresentados, o participante não estruturou uma coerência lógica de ideias a fim de explicar o fenômeno (figura 6).

Figura 5- Fluxograma do participante B.



Fonte: Própria

Observa-se que no fluxograma e em sua explanação acerca do fenômeno, os modelos atômicos são citados apenas como um viés que podem ser usados para explicar o fenômeno da

luminosidade proveniente da queima dos fogos de artifícios, não estabelecendo relações entre os fogos de artifícios, o fenômeno dos saltos quânticos e os modelos explorados. Isto posto, verifica-se possíveis limitações em relação aos instrumentos de análise, em especial ao teste de transferência, em que Mayer (2002), apresenta-o como útil par avaliar o potencial do indivíduo de aplicar o que aprendeu em uma situação vigente. Contudo, este instrumento de coleta de dados possui suas limitações, uma vez que o mesmo apresenta uma situação específica para ser analisada e destrinchada pelo indivíduo, acarretando em possíveis colaborações na resolução do problema. Em contrapartida, o fluxograma permite autonomia ao indivíduo para a estruturação de ideias do que se pretende expor, possibilitando apresentar o que realmente foi construído durante os momentos de apresentação das informações e de exploração do fenômeno estudado, sem interferência ou auxílio de dados que questões abertas podem apresentar.

Em relação a Q2, em que solicitava estabelecer relações entre as variáveis analisadas principalmente na atividade experimental, como as características dos sais metálicos presentes nos fogos de artifício, suas propriedades, e os fenômenos relacionados a emissão de energia decorrente dos saltos quânticos de seus elétrons. No quadro 4 apresenta-se a análise das resoluções desta questão. Sendo assim,

Quadro 6 - Respostas dos participantes em relação a segunda questão.

Crítérios	Número de participantes	Porcentagem
Aceitável	5	31.25%
Razoavelmente aceitável	9	56,25%
Inaceitável	2	12,5%

Fonte: Própria.

Em relação aos critérios apresentados, 5 participantes conseguiram fazer associações coerentes citando os sais metálicos, a absorção e emissão de energia pelos cátions dos sais e a relação entre a energia emitida em forma de luz com o espectro eletromagnético na região do visível. Como apresentado pelo participante C.

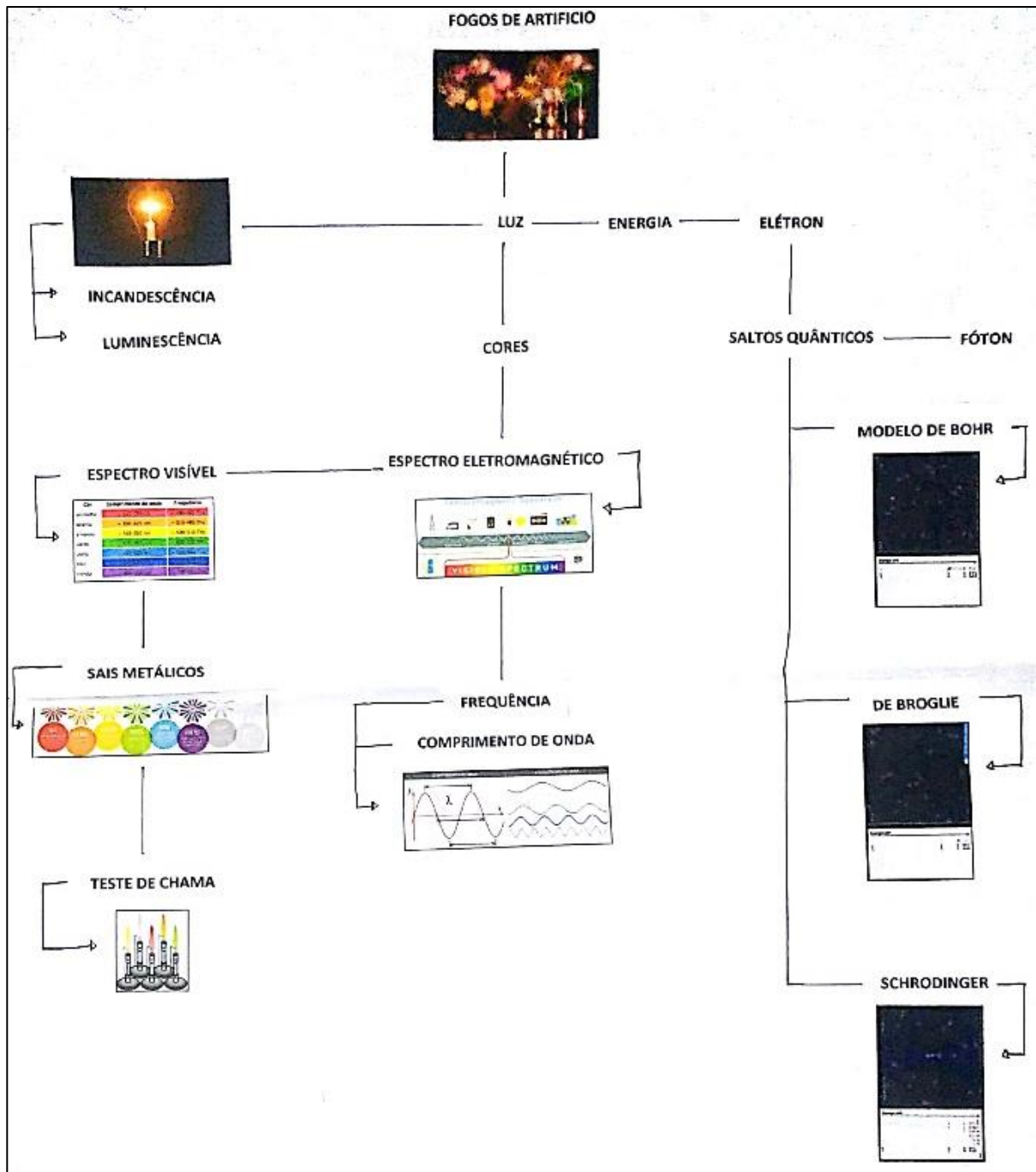
Participante C: “Os elementos (levando em consideração que sejam cátion de sais) são excitados e, quando voltam ao seu estado fundamental, liberam energia em forma de fóton (luz) característica de cada elemento. Dessa forma, explica-se o fato de apresentarem diferentes cores, pois são liberados em diferentes frequências e comprimento de onda”.

Observa-se que tal participante conseguiu estabelecer relações coerentes a fim de explicar o fenômeno dos fogos de artifício, apresentando pontos que foram trabalhados na atividade experimental como a queima de sais metálicos, através da realização do teste de

chama, assim como as transições eletrônicas correlacionadas com o espectro eletromagnético observado e analisado através do software de simulação.

Esta coerência de ideias também se fez presente no fluxograma elaborado pelo participante (Figura 7), em que o mesmo correlaciona adequadamente as variáveis referentes aos critérios 6, 7 e 8 apresentados na análise dos fluxogramas.

Figura 6- Fluxograma do participante C.



Fonte: Própria

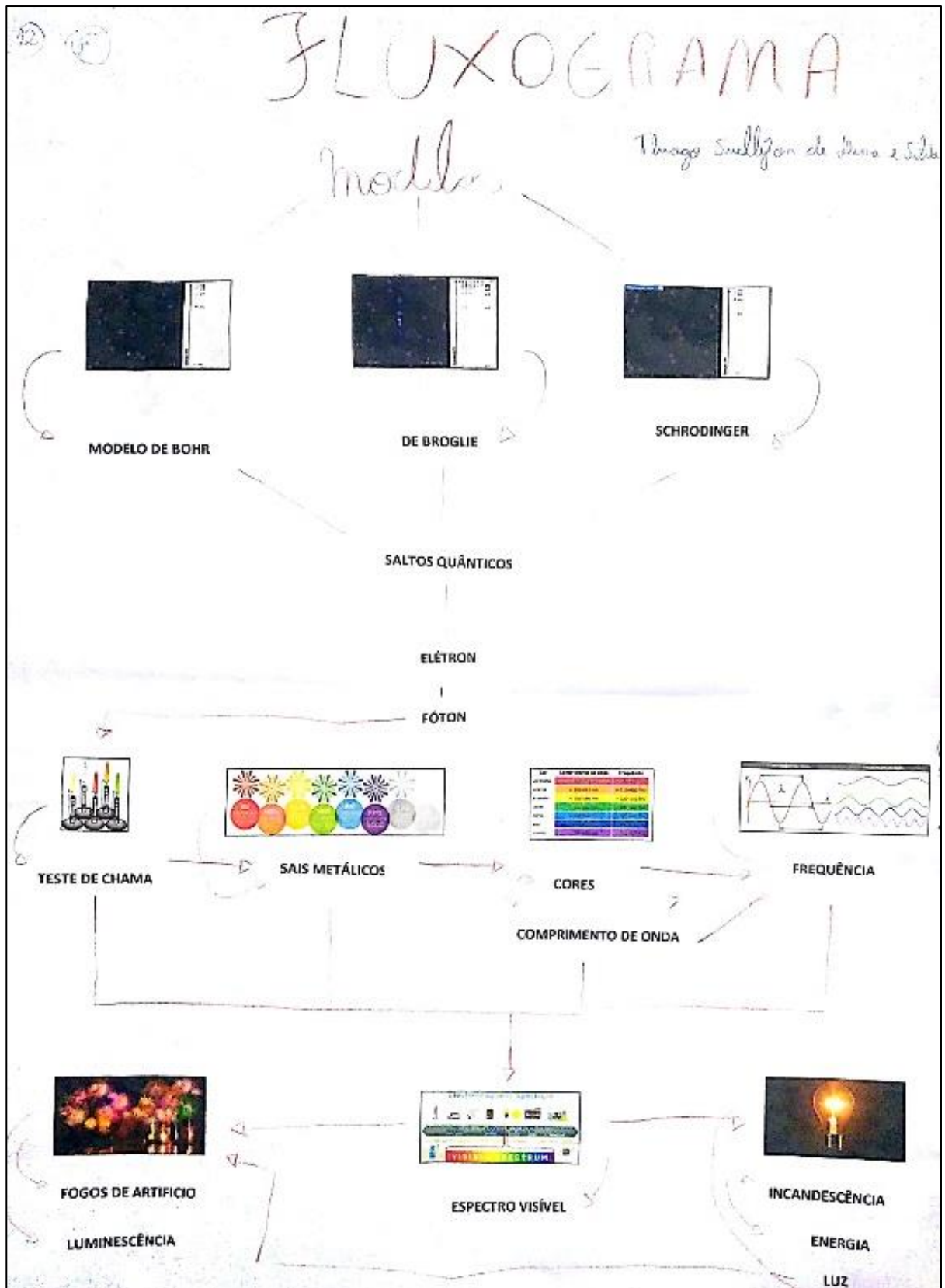
Nota-se que o participante realizou as devidas correspondências no que se trata dos fatores que envolveram a atividade experimental realizada no laboratório, conseguindo associar com variáveis presentes na exploração dos softwares de simulação. À vista disso, verifica-se que possivelmente o participante conseguiu ter domínio do que se trata da observação macroscópica e da interpretação submicroscópica do fenômeno analisado, no qual, Silva, Machado e Tunes (2011) apresenta-os como, o primeiro, estando relacionado com o aspecto visual do experimento, ou seja, a dimensão observável do fenômeno, que neste caso se trata do que foi analisado visualmente na queima dos sais metálicos, as cores emitidas por cada um deles. Em relação a interpretação submicroscópica, os mesmos autores apresentam como, os argumentos baseados em explicações científicas sobre o fenômeno, utilizando a linguagem científica para explanar os conceitos que estão intrínsecos ao evento examinado, que neste contexto, se refere as relações entre as variáveis que envolvem a explicação do fenômeno, correlacionando o observável e o conhecimento científico.

Em contrapartida o participante F apresentou uma resposta inaceitável, em consequência de não ter coerência nas ideias apresentadas, conforme vê-se a seguir.

Participante F: “Os que estão envolvidos na emissão dos fogos, vão precisar ter uma determinada frequência e comprimento de onda característica deles, elas irão depender do aspecto visível para a sua determinação”.

Apesar de ter citado conceitos importantes para a resolução da questão, como frequência, comprimento de onda e aspecto visível; não se estabeleceu concordâncias entre os conceitos para a explicação do fenômeno. Porém, esta situação não se manifesta na estruturação do fluxograma (Figura 8).

Figura 7- Fluxograma do participante F.



Fonte: Própria

Analisando o fluxograma identifica-se que o participante conseguiu estabelecer conexões entre as variáveis referentes aos tópicos 5, 6, 7 e 8 dos critérios de análise do

fluxograma, deixando evidente suas concepções acerca da explicação deste recorte sobre a explicação do fenômeno. Diante das divergências dos resultados de um mesmo participante em diferentes instrumentos de coletas, é notório as limitações e potencialidade dos mesmos. Neste caso do participante F o fluxograma se mostrou mais efetivo para a organização das ideias quanto ao que se refere os critérios de análise 5, 6, 7 e 8.

A terceira questão relaciona a atividade experimental (teste da chama) com a queima dos fogos de artifícios, visto que o fenômeno químico é o mesmo. A análise quantitativa das respostas dos participantes se encontra no quadro 7.

Quadro 7 - Respostas dos participantes em relação a terceira questão.

Crítérios	Número de participantes	Porcentagem
Aceitável	3	18.8%
Razoavelmente aceitável	8	50%
Inaceitável	5	31,25%

Fonte: Própria.

Referente a Q3, dos 16 participantes, 5 não conseguiram apresentar conexões entre as variáveis solicitadas ou organizar ideias coerentes a respeito do que foi questionado. Como apresentado a seguir.

Participante D: “A água misturada com resquícios de arroz irá apresentar comprimento de onda mediano para alto, assim emitindo cor amarelada”.

Nota-se, nas respostas dos participantes citados, ausência de conceitos químicos abordados nos momentos da aplicação da sequência didática, tanto no que se trata do aspecto macroscópico, quanto microscópico. Este fato conota que pode ter ocorrido limitações durante a aplicação da SD no que se trata da atividade experimental, visto que a ausência de pontos específicos trabalhados neste momento, como a queima do sal resultando na alteração da coloração da chama não foi citado na resolução das questões destes participantes. E referente a exploração do software, não foi estabelecida uma associação coerente da mudança de coloração da chama com o espectro eletromagnético na resposta do participante D.

Tratando-se das resoluções tidas como razoavelmente aceitáveis, os conceitos que se sobrelevaram nas respostas apresentadas foram relacionados ao elemento sódio ou ao sal cloreto de sódio, como responsáveis pela mudança da coloração da chama, assim como relacionando a coloração amarela ao cátion do sal ou ao próprio sal, mas não se aprofundaram na explicação do fenômeno relatado. Com as aceitáveis, destaca-se o participante G, que descreveu o sistema analisado, assim como ressaltou a relação do cátion sódio do cloreto de sódio (NaCl) como o

percussor da coloração amarelada da chama do gás de cozinha ao entrar em contato com a água descrita na questão.

Participante G: “No cozimento de arroz adiciona-se sal, quando a água do arroz começa a “fervor” tem-se o derramamento da água, por esta água conter sal, o sódio presente na água entra em contato com o fogo, tem seus elétrons excitados, consequentemente estes saltam para um nível mais externo e ao retornar para seu estado fundamental emite sua cor característica, logo observamos a cor amarela”.

Identifica-se que o participante destacou pontos relacionados ao aspecto submicroscópico do sistema analisado, destacando as transições eletrônicas dos elétrons presentes no cátion do sal utilizado, correlacionando com o fenômeno no seu nível macroscópico, ao associar o fenômeno descrito anteriormente com a mudança da chama do gás de cozinha.

Como apresentado anteriormente, o acréscimo de respostas razoavelmente aceitas de acordo com os critérios estabelecidos, se deu em relação as respostas das alternativas 2 e 3 do teste de transferência. Questões estas que solicitava que o participante relacionasse elementos explorados na análise do software de simulação e realização da atividade experimental.

Diante das análises dos dados apresentados, verificou-se que as atividades experimentais integradas aos softwares de simulação se mostraram importantes recursos que quando usados de forma integrada viabilizam o processo de ensino e aprendizagem em Química. Visto que, a ferramenta simuladora mostrou-se auxiliar na compreensão do fenômeno a nível submicroscópico proporcionando a análise do fenômeno em sua perspectiva atômico molecular (VASCONCELOS, 2018), dando possibilidades para que o participante reflita sobre o fenômeno que estava sendo explorado (EICHLER; DEL PINO, 2000). Assim como, associado a experimentação, possibilitou a criação de hipóteses sobre as variáveis acerca do fenômeno, assim como a constatação ou revogação das mesmas (JIMOYANNIS; KOMIS, 2001).

No entanto, pode ser observado limitações ao uso de tal ferramenta, devido ao quantitativo de respostas razoavelmente aceitáveis. Isto posto, Mayer (2002) apresenta que pode haver limitações nas MEMs direcionadas ao indivíduo, e neste caso, visto que o público no qual foi aplicada a SD faz parte do curso de Química, subentende-se que os mesmos tiveram contato com estas informações anteriormente. Ou seja, poderiam apresentar melhores respostas mediante as temáticas trabalhadas. Outra possibilidade, também em concordância com Mayer (2002) é o fato de cada participante da pesquisa possuir suas limitações individuais, ou seja, o processo de transferência pode se dar de forma incoerente por diversas variáveis, em que, dentre

elas podem estar a própria apresentação multimídia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa realizada, que teve como objetivo a análise da aplicação de sequência didática que integralizasse a exploração de software de simulação e a realização de atividades experimentais como estratégias voltadas ao ensino, buscando solucionar a problemática relacionada ao ensino de Química, no que se trata do uso de tais estratégias afim de promover a compreensão de fenômenos químicos. O referente estudo possibilitou a verificação de potencialidades e limitações referentes a essas ferramentas, quando trabalhadas em conjunto através de uma sequência de atividades programadas. Analisando os softwares de simulação e constatando seus potenciais voltados ao ensino de ciências, corroborando com o pensamento de Vasconcelos (2016), em tal instrumento pode ser considerado eficaz, em especial ao se referir a fenômenos que não podem ser vistos no âmbito submicroscópico.

Jimoyannis e Komis (2001, p. 185), ainda acrescentam que, o uso de softwares de simulação voltados para o contexto educacional pode possibilitar a formulação de hipóteses e teste de ideias, manipular parâmetros, lidar com representações e proporcionar a investigação de fenômenos. No que se trata do uso das atividades experimentais, estas viabilizam a observação macroscópica, ao explorar o aspecto visório do fenômeno e a interpretação microscópica ao se deter as explicações cinéticas em prol da elucidação do que foi observado (SILVA; MACHADO; TUNES, 2011).

À vista disso, constatou-se que na maioria dos casos analisados, ao verificar as respostas do teste de transferência e a estruturação do fluxograma, foi possível estabelecer relações entre as variáveis submicroscópica e macroscópica do fenômeno investigado, adentrando ao aspecto simbólico, ao relacionar coerentemente os termos referentes a exploração do fenômeno através da aplicação do software de simulação e da atividade experimental.

No entanto, certificou-se da necessidade de melhorias em relação a integração destes recursos, visto que, a partir da análise, houve transferências que não se apresentaram coerentes em sua totalidade com os elementos apresentados, analisados e discutidos durante a aplicação das sequências didáticas. Ademais, reforça-se que as sequências precisam ser aplicadas no contexto escolar, visto que devido as impossibilidades de acesso ao ambiente escolar, durante o período da pesquisa, não foi possível validar as propostas neste espaço de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro, Contra Ponto, 1996. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/fis2008/Bachelard1996.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2018.
- BROIETTI, F. C. D.; BARRETO, S. R. G. Formação inicial de professores de química: a utilização dos relatórios de observação de aulas como instrumentos de pesquisa. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 181-190, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/8391>. Acesso em: 05 jun. 2018.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementar em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CORRÊA, R. G.; MARQUES, R. N. A formação inicial de professores de Química sob o olhar dos coordenadores dos cursos. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, São Paulo, v. 11, n. esp. 1, p. 406-417, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8562/5742>>. Acesso em: 05 jun. 2018.
- EICHLER M.; DEL PINO J. C. Carbópolis um software para educação química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 10-12, mai. 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a02.pdf>> Acesso em: 03 jun. 2018.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.
- GIORDAN, M. O papel de Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-29, nov. 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades: Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995. Disponível em :<<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.
- JIMOYIANNIS, A.; KOMIS, V. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. **Computers & Education**, v. 36, n. 2, p. 183-204, fev. 2001.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry - Logical or Psychological?. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000. Disponível em:<http://www.chem.uoi.gr/cerp/2000_January/pdf/056johnstonef.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705 1993.
- LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. A Web 2.0 como ferramenta de aprendizagem no ensino de Ciências. In: XIV Taller Internacional de Software Educativo, 2009, Santiago - Chile. Revista

do evento, 2009. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen5/TISE2009/Documento10.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2017.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MALDANER, O. A.; PIEDADE M. C. T. Repensando a Química: A formação de equipe de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 15-19, mai. 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/relatos.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

Mayer, R. E. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001.

Mayer, R. E. Multimedia learning. In: **The Psychology of Learning and Motivation**. New York: Elsevier Science, v. 41, p. 84-139, 2002.

MICHEL, R.; SANTOS, F. M. T. dos; GRECA, I. M. R. Uma busca na internet por Ferramentas Para a Educação Química no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 19, p. 03-07, mai. 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a02Umabusca19.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

MONTAGNA, E. MOULATLET, A. C. B.; TORRES, B. B.; MARSON, G. A. **Análise de aplicativos educacionais sobre equilíbrio químico**. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas – SP, 2011. Atas do VIII ENPEC. Campinas: São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0711-1.pdf>>. Acesso em: 03/06/2018.

MONTEIRO, P.C.; RODRIGUES M. A.; SANTIN FILHO, O. **Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química**. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis – SC, 2017. Atas do XI ENPEC. Florianópolis: Santa Catarina, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1530-1.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. Investigação em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 193-232, dez. 1996. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141162>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P. Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 12-18, fev. 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_1/04-EQM-17-16.pdf>. Acesso em: 03/06/2018.

NAVAS, A. M.; MALACHIAS, M. E. I.; NUNES, C. A. A.; FEJES, M. E. **Representações de professores sobre simulações e animações: uma primeira apresentação através do projeto LabVirt**. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru – SP, 2005. Atas do V ENPEC. Bauru: São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/oralarea1.htm>>. Acesso em: 03/06/2018.

NEVES, M. C. D.; SAVI, A. (Org.). De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de Física: construindo alternativas. Maringá: Editora Massoni, 2005. In: SILVA, G. R. História da

Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 121-132, jan./jun. 2013.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, N. F.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 147- 151, ago. 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/02-EQM-29-12.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. Simulações computacionais e ferramenta de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 542 – 549, 2003. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4640>. Acesso em: 03 jun. 2018.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e Alertas sobre Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 16, p. 15-20, nov. 2002. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A05.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2018.

SILVA, R. G. História da Ciência e experimentação: perspectiva de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental 2013. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 1, p. 121-132, jan./jun. 2013.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar, In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

SOUZA, M. P.; MERÇON, F.; SANTOS, N. RAPELLO, C. N.; AYRES, A. C. S. Titulando 2004: Um *Software* para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 22, p. 35-37, nov. 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a07.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

REIS, R. S.; LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 2, p. 1-10, dez. 2017. Disponível em:< <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/79232>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

STRATHERN, P. O. Sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da química. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da Informação no Brasil**: Livro Verde. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <<https://www.governodigital.gov.br/documentos-e-arquivos/livroverde.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Estratégia FlexQuest**: possibilidades para a flexibilização do conhecimento. Curitiba: Appris, 2016.

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Levantamento e análise das Simulações do PhET para o ensino e aprendizagem de Química**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia – SP, 2015. Atas do X ENPEC. Águas de Lindóia: São Paulo, 2015.

Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xenpec/anais2015/lista_area_05.htm>. Acesso em: 05 jun. 2018.

VIEIRA, S. L. **Contribuições e limitações da informática para a Educação Química**. 1997. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas e Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 1997.

APÊNDICE A

Sequência didática: As festividades juninas e os fogos de artifícios

Sequência didática

Turma de Metodologia da Ensino de Química I, II e III

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina	Professora:	e-mail:
Química	Marayza da Silva Bezerra	marayzasilva12@hotmail.com

Assunto	As festividades juninas e os fogos de artifícios
Tempo	2 momentos com 4 horas no primeiro momento e 2 horas no segundo momento.
Data:	11/05/2018 e 14/05/2018

OBJETIVO GERAL
- Compreender o fenômeno da queima dos fogos de artifício através do uso da simulação e experimentação no ensino de Química.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- Relacionar experimentação e softwares de simulação para que o aluno possa compreender os fenômenos químicos, relacionando com os modos representacionais da química.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO
• Modelos atômicos -Abordagem geral dos modelos atômicos existentes, enfatizando o modelo atômico de Bohr. • Espectro eletromagnético • Sais inorgânicos; • Elementos químicos; • Luminescência e incandescência; • Reações incandescentes.

METODOLOGIA
1º encontro (4 horas) PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL Esse momento se realizará no laboratório de informática.

As indagações iniciais serão apresentadas na forma de uma conversação, trazendo pontos característicos da cultura nordestina, com enfoque no período junino. No slide será apresentada imagens de comidas e danças típicas desse período e adentrando na questão dos fogos de artifícios.

Posteriormente será levantado questionamentos, como:

- Ao observar os fogos de artifício, é possível observar várias colorações diferentes, que fenômeno é esses? Qual o motivo das cores variadas?
- Qual a relação da queima dos fogos com as cores?

Essas indagações serão necessárias para analisar os conhecimentos prévios dos alunos.

- Será entregue aos participantes da pesquisa um texto base que trata das festividades juninas com foco nos fogos de artifício. A leitura do texto ocorrerá de forma espontânea por parte dos representantes, esta leitura será “interrompida” em pontos estratégicos, nesse momento será realizada a explanação do que foi lido, com apresentação de imagens/animações relacionadas com a explicação. Assim possibilitando que os estudantes reflitam e discutam sobre o que está sendo apresentado, como os fenômenos que envolvem as queimas de fogos, a origem das cores provenientes dos fogos de artifício e todo processo envolvido. Será ressaltado nos slides e na explicação os pontos mais importantes do texto.

O momento da explicação adentrará questões relacionadas aos modelos atômicos, em que abordará o modelo atômico de Bohr e posteriores. Apresentando os postulados envolvidos, com enfoque maior nos postulados de Bohr.

USO DE SOFTWARES DE SIMULAÇÃO

Os alunos terão acesso a plataforma *PhET*. A simulação escolhida será *Modelos do Átomo de Hidrogênio*¹, pois é possível simular à nível atômico os saltos quânticos ao ser incidido luz, em certa região do espectro eletromagnético, em um átomo de hidrogênio, fazendo correlação com as transições eletrônicas presentes no fenômeno da incandescência e luminescência dos sais estudados no teste de chama (atividade experimental) e nos fogos de artifícios. No momento da explicação sobre o modelo atômico de Bohr e a explicação em torno dele os alunos poderão explorar o software de simulação.

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

A aplicação dessa atividade se realizará no laboratório de Química.

Estarão disponíveis para os alunos diversos sais. De início não serão apresentados os seus respectivos nomes e formulas moleculares. Os alunos irão observar o fenômeno e anotar a coloração e comprimento de onda de cada sal analisado, posteriormente com o auxílio do texto apresentado no primeiro momento irão associar com os dados anotados e verificar os tipos de sais utilizados no teste de chama.

2º encontro (2 horas)

COLETA DE DADOS

- Elaboração de fluxograma que relacionara palavras e imagens em uma sequência lógica dessas relações. Os participantes irão receber diversas imagens relacionadas com o que foi trabalhado (também ficará aberto a o desenho, se acharem necessário) e irão organiza-la em um fluxograma apresentando uma sequência de ideias do que foi trabalhado. Ao final o fluxograma será apresentado à pesquisadora e a explicação será gravada por meio de áudio.
- Aplicação de questionário de transferência. Cada participante receberá um questionário contendo problemas relacionados a temática, com a finalidade de investigar como/se os participantes conseguem aplicar o conhecimento construído anteriormente em situações distintas, integrando os

modelos verbais e pictóricos com o conhecimento da memória de longo prazo e se os participantes conseguiram estabelecer uma relação entre o nível macroscópico, submicroscópico e simbólico do fenômeno, culminando na compreensão do fenômeno.

RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS

- Material impresso:
 - Texto base: O protagonista do céu nas noites de São João.
 - Questionário para a atividade experimental e com o uso do simulador.
 - Imagens para elaboração do fluxograma
- Notebook
- Projetor
- Quadro
- Experimentação
 - Teste de chama
- Software de simulação (PhET)
 - O átomo de Hidrogênio

Referências bibliográficas consultadas

RUSSEL, M.S. The Chemistry of Fireworks. London: Royal Society of Chemistry, 2009.

RODRIGUES, J. B. S.; SANTOS, P. M. M.; LIMA, R. S.; SALDANHA, T. C. B.; WEBER, K. C. O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sócio cultural no ensino de Química. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 179-185, Maio 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/10-RSA-80-15.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; SILVA, L. P.; ALMEIDA, M. A. V. Um pouco da história dos explosivos: da pólvora ao Prêmio Nobel. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília. Disponível em: <<http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0011-1.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

VERMELHO, Luiz Carlos Rodrigues. Caracterização Física e Química da Pólvora. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica) – Instituto superior técnico, Universidade de Portugal, Lisboa. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144980932/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

Links de apoio

SIMULAÇÃO : https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom

Notas: *Quando se fala de narração está se tratando da explicação realizada pela pesquisadora.

APÊNDICE B

Teste de transferência da SD



Universidade Federal de Pernambuco – U
Centro Acadêmico do Agreste – CAA
Núcleo de Formação Docente – NFD
Curso: Química – Licenciatura
Discente: Marayza da Silva Bezerra



Teste de transferência

QUESTÃO 1

Nas festas de São João e na noite de Réveillon é muito comum as pessoas observarem a queima de fogos de artifício no céu, um espetáculo de cores deslumbrantes.



Figura 1. Representação da noite de réveillon com a explosão de fogos de artifícios

De acordo com os modelos atômicos existentes, qual(is) pode(m) ser utilizado(s) para melhor explicar o fenômeno dos fogos de artifício? Descreva a relação entre as ideias relacionadas ao(s) modelo(s) e o fenômeno observado.

QUESTÃO 2

Um aluno recebeu, na sua página de rede social, uma foto mostrando a explosão de fogos de artifícios.

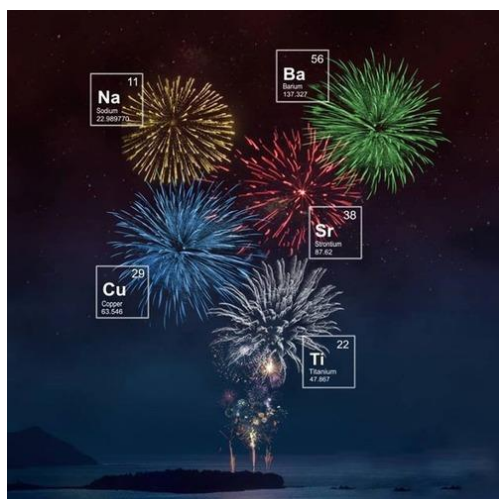


Figura 2. Explosão de fogos de artifício e seus respectivos elementos.

Legenda das cores emitidas				
Na	Ba	Cu	Sr	Ti
amarelo	verde	azul	vermelho	branco metálico

No dia seguinte, na sequência das aulas de modelos atômicos e estrutura atômica, o aluno comentou com o professor a respeito da imagem recebida, relacionando-a com o assunto que estava sendo trabalhado, conforme mostra a foto.

Cor	Comprimento de onda	Frequência
vermelho	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
laranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
amarelo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
verde	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
ciano	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
azul	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
violeta	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

Figura 3. Comprimento de onda e frequência das cores no espectro visível.

Explique o fenômeno observado na imagem, relacionando a queima dos fogos de artifícios, os elementos envolvidos, as cores emitidas, e o espectro eletromagnético na região do visível.

QUESTÃO 3

(ENEM-2017-adaptada) Um fato corriqueiro ao se cozinhar arroz é o derramamento de parte da água de cozimento sobre a chama azul do fogo, mudando-a para uma chama amarela. Essa mudança de cor pode suscitar interpretações diversas, relacionadas às substâncias presentes na água de cozimento. Cientificamente, o que ocasiona essa mudança de cor?

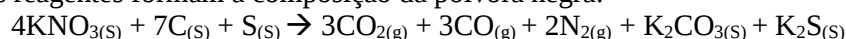
APÊNDICE C

Texto base para problematização inicial

O protagonista do céu nas noites de São João

A tradicional Festa de São João foi introduzida no Brasil pelos portugueses, na época da colonização, e se mantém até hoje como uma das características da cultura europeia absorvidas pelo nosso povo. A região Nordeste se destaca por manter esta tradição, e a cidade de Caruaru, localizada no agreste pernambucano, é popularmente conhecida como a capital do forró, se transformando em um grande palco de atrações voltadas a comemoração desta tradicional festa. A riqueza cultural da mesma se traduz na música e na dança com o ritmo contagiante do forró e nas coreografias das quadrilhas dançadas por grupos de casais em belos trajes típicos coloridos; na culinária, com as comidas típicas (bolos, canjica, pamonha, mungunzá, entre outras) feitas à base de milho verde, que também pode ser consumido assado ou cozido; e também nos fogos de artifício, que trazem ainda mais luz e cores a essa linda festa.

O componente mais importante de um fogo de artifício é, naturalmente, a pólvora, ou "pó preto" (mistura de enxofre, carvão e nitrato de potássio, mais conhecido como *salitre*), como também é conhecido, existem indícios que esta substância foi descoberta por acaso por alquimistas chineses, que, na realidade, estavam mais preocupados em descobrir o elixir da vida. A composição da pólvora de hoje varia um pouco, mas apresenta-se de acordo com a seguinte equação, onde os reagentes formam a composição da pólvora negra:



Além da pólvora, os fogos de artifício contêm um "aglutinante", mais usado goma-laca ou breu, utilizado para manter os componentes em conjunto e para reduzir a sensibilidade ao choque e ao impacto. Ainda sobre a composição dos fogos de artifício, em seu corpo possuem em sua composição os pós metálicos ou os sais que dão ao fogo de artifício sua cor, conhecidos também como 'estrelas'. Muitas vezes, eles são revestidos com pólvora para ajudar na ignição. O calor gerado pela reação de combustão faz com que os elétrons nos átomos do metal sejam excitados para níveis de energia mais elevados. Como são instáveis, o elétron retorna rapidamente à sua energia original (ou estado fundamental), emitindo o excesso de energia como luz. Metais diferentes terão um espaço de energia diferente entre os estados fundamentais e excitados, levando à emissão de diferentes cores.

As cores dos fogos de artifício são produzidas a partir de dois fenômenos, a incandescência e a luminescência. A incandescência é a luz emitida quando uma substância é aquecida. E, a luminescência é a luz produzida a partir emissão de energia, na forma de luz, por um elétron excitado, que volta para o nível de energia menos energético de um átomo, sendo característica de cada elemento químico. As cores observáveis se localizam na região do visível no espectro eletromagnético (Figura 1).

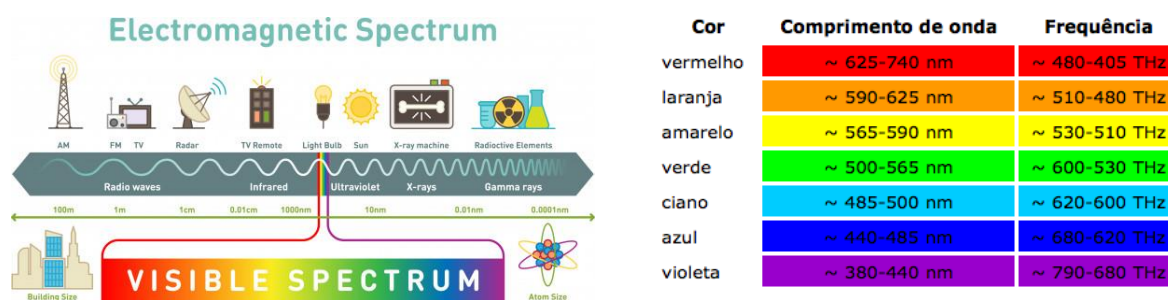


Figura 4. Espectro eletromagnético. Cores com suas respectivas frequências e comprimento de onda.

Agora, ao desvendar os mistérios por trás daquele jogo de luz e cores nos céus durante as festividades juninas, e em outras comemorações como o réveillon, sabemos que não são truques mágicos, mas nem por isso perdem sua magia aos nossos olhos.

Referências Bibliográficas

RUSSEL, M.S. The Chemistry of Fireworks. London: Royal Society of Chemistry, 2009.

RODRIGUES, J. B. S. et al. O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sócio cultural no ensino de Química. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 39, n. 2,

p. 179-185, Maio 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/10-RSA-80-15.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

VERMELHO, Luiz Carlos Rodrigues. Caracterização Física e Química da Pólvora. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica) – Instituto superior técnico, Universidade de Portugal, Lisboa. Disponível em:

<<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144980932/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>.

Acesso em: 25 mar. 2018.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; SILVA, L. P.; ALMEIDA, M. A. V. Um pouco da história dos explosivos: da pólvora ao Prêmio Nobel. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília. Disponível em: < <http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0011-1.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

Links de apoio

VIDEO: <http://www.aquimicadascoisas.org/?episodio=a-qu%C3%ADmica-do-fogo-de-artif%C3%ADcio>

SIMULAÇÃO 2: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom