

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

**GERLA MYRCEA LIMA DA SILVA**

**A PESQUISA NO ENSINO DE QUÍMICA: A ABORDAGEM DIDÁTICA  
DA SIMULAÇÃO VIRTUAL E DA EXPERIMENTAÇÃO  
PROBLEMATIZADORA**

Manaus

2016

**GERLA MYRCEA LIMA DA SILVA**

**A PESQUISA NO ENSINO DE QUÍMICA: A ABORDAGEM DIDÁTICA  
DA SIMULAÇÃO VIRTUAL E DA EXPERIMENTAÇÃO  
PROBLEMATIZADORA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de Concentração: Tecnologias para a Educação, Difusão e o Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientador:** Prof. Dr. Renato Henriques de Souza - DQ

**Coorientador:** Prof. Dr. José Francisco de Magalhães Netto – ICOMP

Manaus

2016

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586p Silva, Gerla Myrcea Lima da  
A pesquisa no ensino de química: a abordagem didática da simulação virtual e da experimentação problematizadora / Gerla Myrcea Lima da Silva. 2016  
98 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Renato Henriques de Souza  
Coorientador: José Francisco de Magalhães Netto  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas.

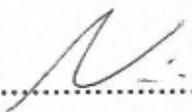
1. Simulação Virtual. 2. Experimentação Problematizadora. 3. Ensino e Aprendizagem. 4. Química. I. Souza, Renato Henriques de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

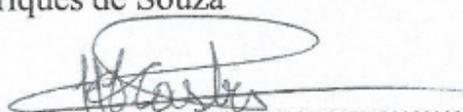
**GERLA MYRCEA LIMA DA SILVA**

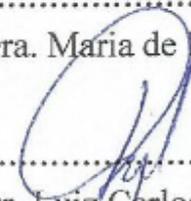
**A PESQUISA NO ENSINO DE QUÍMICA: A ABORDAGEM DIDÁTICA DA  
SIMULAÇÃO VIRTUAL E DA EXPERIMENTAÇÃO  
PROBLEMATIZADORA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de Concentração: Tecnologias para a Educação, Difusão e o Ensino de Ciências e Matemática.

Banca Examinadora:

  
.....  
Dr. Renato Henriques de Souza

  
.....  
Dra. Maria de Fátima Castro Amorim de Moraes

  
.....  
Dr. Luiz Carlos Cerquinho de Brito

Conceito: APROVADA.....

Manaus, 17 de outubro ..... de 2016

*Dedicatória*

*Ao Deus Onipotente, aos meus pais, Geraldo  
Gomes e Maria Alfredo, aos meus filhos Lucas  
e Saulo e ao meu amado esposo Solon. Amo  
todos.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por me amar acima de tudo e me fazer sonhar mais do que eu mereço. Obrigada Senhor por não desistir de mim, fazendo-se presente em todos os momentos da minha vida e me fazendo enxergar o quão grande é o teu amor.

À minha mãe Maria Alfredo por ter sonhado comigo todos os sonhos, ao meu pai Geraldo Gomes, que mesmo longe torce pelo meu sucesso e aos meus irmãos por acreditarem em mim. Bira, essa conquista é nossa!

Ao meu esposo Solon pela paciência, amor, compreensão, por suportar meu mau humor e assumir o horário noturno com as crianças para eu poder estudar. Lucas e Saulo tudo o que faço é por vocês e para vocês, meus amores! Mamãe os ama.

Às professoras e amigas Lúcia Clemeci e Filadélfia, pelo apoio, pela disponibilidade em contribuir com seus conhecimentos linguísticos e por todo incentivo.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Renato Henriques de Souza por ter aceitado me orientar, por agir tão democraticamente em todas as decisões a serem tomadas no desenvolvimento deste trabalho, pelas valorosas sugestões.

Ao meu coorientador Prof<sup>o</sup> Dr. José Francisco de Magalhães Netto, pelo profissionalismo, valorosas sugestões, por acreditar em mim e por ser tão diplomático nas críticas, me fazendo ver o lado positivo de tudo.

Ao professor Yuri Spósito por me levar a reflexão e pelas críticas construtivas pontuadas na qualificação.

Ao professor Luiz Cerquinho por ser tão humano e de conhecimento incomparável, me ajudando sempre que precisei, com profissionalismo e humildade. Nunca vou me esquecer de tudo o que fizestes por mim. Obrigada.

À professora Maria de Fátima Castro Amorim de Moraes da Universidade do Estado do Amazonas – Tefé por aceitar participar da minha banca de defesa, pelas valiosas sugestões, melhorando a fluência do trabalho.

A todos os amigos do mestrado, em especial, aos amigos Ricardo Souza, Antônio Rizonaldo e Nixon Moçambite e Eliane que estiveram presente nas fases mais delicadas da pesquisa, cada um contribuindo de maneira singular, seja com conhecimentos ou com orações de intercessão.

A todos os professores do PPGCIEM e aos secretários, meu agradecimento.

## RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar as contribuições e potencialidades das abordagens didáticas da simulação virtual e da prática experimental problematizadora na Química como princípio formativo, no Ensino Médio. O conteúdo abordado foi “Os Estados Físicos da Matéria”. Utilizou-se como ferramenta computacional a simulação virtual *PhET Estados da Matéria* (1.10) da Universidade do Colorado, por apresentar caráter lúdico, interativo, dinâmico e por tornar possível a visualização em tempo real do movimento e interação das partículas. Para a prática experimental realizou-se a mudança de estado físico da naftalina, sendo desenvolvida pelos alunos e mediada pelo professor, levando-os ao processo de desenvolvimento da curiosidade, investigação e descoberta. Cada ferramenta apresentou-se com característica peculiar e com qualidades variadas, despertando o interesse e motivação dos alunos. Utilizou-se a proposta metodológica adaptada com base na abordagem de Paulo Freire, o qual consiste em dividir a atividade educativa em três momentos pedagógicos (3MP), a saber: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. O desenvolvimento da pesquisa se deu através de oficina com 3h/aulas semanais de 50 minutos cada, totalizando 13 encontros, numa turma de primeiro ano do ensino médio da rede pública estadual de Manaus. Assumiu-se a pesquisa-ação como norteadora das atividades realizadas. Entendemos a pesquisa como qualitativa e descritiva. Os dados foram obtidos através de observação, questionários e entrevista e tratados segundo a Análise de Conteúdo. Os resultados apontam que a abordagem utilizada é promissora, pois promoveu de maneira significativa a reconstrução dos conhecimentos com desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos.

Palavras-Chave: Simulação Virtual. Experimentação Problematizadora. Ensino e Aprendizagem. Química.

## ABSTRACT

The research aimed to analyse the contributions and potentialities of the didactic approaches of virtual simulation and experimental practical for questions in the chemistry as formative principle, on high school. The content addressed was “The Physical States of Material”. It was employed how a computer tool the virtual simulation states of material PhET (1.10) from Colorado University, because it presents ludic, interactive, dynamic features and it makes possible the visualization, on real time, of the motion and interaction particles. For the experiment it was held the naphthalene physical state change, developed by the students, and oriented by the teacher, who conducted the students to develop the curiosity, investigation and Discovery. Each tool presented a peculiar feature and different qualities, arousing the interest and motivation of the students. It was used the methodological proposal adapted based on the Paulo Freire’s approach whom consists to divide the educational activities in three pedagogical moments (3MP), to know: Initial problematization, the arrangement of the knowledge and the knowledge application. The development of the study has ensued by workshop, in a space of time in 3h/weekly class during 13 meetings, in a first year class on the state public high school from Manaus. We tool on the research-action how guiding of the activities that were fulfilled. We perceived the research was qualitative and descriptive. The data were obtained by observation, questionnaire appointments and the data were processed according to content analysis. The results show that the used approach is promising because it promoted significantly, the reconstruction of knowledge developing the student’s cognitive skills.

Keywords: Virtual Simulation. Experimentation. Teaching and Learning. Chemistry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caracterização dos Alunos .....	36
Figura 2 – O Uso do Computador – Utilização e Habilidades .....	37
Figura 3 - Tela inicial do Simulador <i>PhET</i> – Simulações Químicas .....	38
Figura 4 - Modelo Esquemático da Mudança de Fase da Naftalina .....	54
Figura 5 - Apresentação do Simulador <i>PhET Estados da Matéria</i> .....	57
Figura 6 - Aula prática no LI - Simulação <i>PhET Estados da Matéria</i> .....	57
Figura 7 - Materiais e Reagentes utilizados na Atividade Experimental .....	60
Figura 8 - Aula Experimental – Anotações e Observações .....	61
Figura 9 - Montagem do Fogareiro .....	62
Figura 10 - Mudança de Fase da Naftalina .....	62

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma das Atividades da Intervenção e Aplicação dos Momentos Pedagógicos .....	42
Quadro 2 - Categorias dos Termos ou Conceitos Atribuídos pelos Alunos .....	45
Quadro 3 - Categorização das Perguntas Construída pelos Alunos .....	48
Quadro 4 - Frequência de Aparição das Categorias de Sugestões .....	50
Quadro 5 - Reelaboração dos Problemas pelos Alunos .....	64
Quadro 6 - Escala de Categorias de Respostas .....	65

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES**

<b>AC</b>	Análise de Conteúdo
<b>DCN</b>	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
<b>LC</b>	Laboratório de Ciências
<b>LI</b>	Laboratório de Informática
<b>OCN</b>	Orientaces Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
<b>SEDUC</b>	Secretaria de Estado de Educao e Qualidade do Ensino
<b>UFRJ</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro
<b>UNICAMP</b>	Universidade de Campinas
<b>UR</b>	Unidade de Registro
<b>QNEsc</b>	Química Nova na Escola

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
1.1 A PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E OS PARADIGMAS EMERGENTES DA EDUCAÇÃO .....	18
1.2 TECNOLOGIA E CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA .....	20
1.2.1 O uso do computador no Ensino da Química .....	21
1.2.2 A Simulação no Ensino da Química .....	22
1.2.3 Experimentação Problematicadora: Um Novo Olhar .....	25
<b>CAPÍTULO 2 - DESENHANDO A PESQUISA</b> .....	28
2.1 PESQUISA – AÇÃO .....	28
2.1.1 Construção dos Dados .....	31
2.1.2 Instrumento de Coleta de Dados .....	32
2.1.3 Instrumentos de Análise .....	33
2.2 O CONTEXTO DA PESQUISA .....	35
2.2.1 Caracterização e Perfil dos Sujeitos da Pesquisa.....	35
2.2.1.1 Simulação Virtual <i>PhET Estados da Matéria</i> (1.10) .....	37
2.2.1.2 Prática Experimental: Mudança de Estado Físico da Naftalina .....	39
2.2.2 Desenvolvimento da Pesquisa .....	39
<b>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	43
3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DA TURMA .....	43
3.2 ANÁLISE DA PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL .....	44
3.3 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	49
3.3.1 A Interdisciplinaridade no Ensino do Conteúdo .....	52
3.3.2 A Participação dos Alunos .....	53
3.3.3 Avaliação dos Conhecimentos Assimilados .....	53
3.3.4 A simulação através do <i>PhET</i> .....	56
3.3.5 Experimento: Mudança de Estado Físico da Naftalina .....	60

3.4 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	64
<b>3.4.1 Avaliação da Abordagem Didática .....</b>	<b>65</b>
3.4.1.1 Questionário Avaliativo da Abordagem Didática .....	65
3.4.1.2 Entrevista .....	67
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE A - Artigo Científico Produzido Durante o Mestrado .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B - Questionário para os Alunos .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE C - Questionário para avaliação dos Conhecimentos Assimilados .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE D - Roteiro da Atividade Experimental .....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE E - Tutorial para Uso do Simulador .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE F – Questionário para Avaliação do Simulador .....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE G – Questionário para Avaliação da Abordagem Didática .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE H - Entrevista com os Alunos .....</b>	<b>98</b>

## INTRODUÇÃO

As dificuldades de aprendizagem das Ciências, especialmente da Química, é secular. Desde que a Química foi reconhecida como ciência tem prevalecido nas salas de aula o método tradicional de ensino, essencialmente autoritário e memorístico, baseado na transmissão – recepção do conteúdo. No entanto, o baixo índice de aprendizagem dos conteúdos tem aumentado o nível de insatisfação e sensação de frustração dos profissionais da educação que não vêem os seus objetivos alcançados, pois os anos se passam e os alunos aprendem cada vez menos, levando-os ao desinteresse pela disciplina (POZO & CRESPO, 2009).

A necessidade de mudança tem levado professores e pesquisadores a procurarem abordagens didáticas e metodologias que acompanhem as novas tendências educacionais, valorizando o diálogo, a reflexão, o conhecimento prévio dos alunos e suas relações socioculturais, como maneira de contribuir para o enriquecimento dos assuntos abordados na sala de aula, tornando-os mais atraentes e interessantes.

Diante de tais urgências, pesquisas revelam que nos últimos dez anos a seção Ensino de Química (em substituição a seção Pesquisa em Ensino de Química) da Revista Química Nova na Escola (QNEsc) tem aumentado expressivamente o número de artigos recebidos de professores da educação básica e de pesquisadores com foco em abordagens metodológicas qualitativas (MORTIMER *et al.*, 2015), incentivando tanto a investigação por problematização como o uso dos aparatos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos das ciências.

O uso de estratégias didáticas, metodologias qualitativas e tecnologias educacionais são preconizadas nos documentos oficiais da Educação – Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2002), Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio OCN (BRASIL, 2006) e Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica - DCN (BRASIL, 2013), com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino e, conseqüentemente, promover a aprendizagem dos conteúdos estudados na sala de aula. Portanto, o professor enquanto mediador do processo de ensino-aprendizagem deve escolher abordagens e metodologias que estimulem o aluno a investigar, questionar e resolver problemas específicos do conteúdo.

Neste sentido, esta dissertação apresenta a abordagem da simulação virtual e da experimentação problematizadora como estratégia didática no ensino e aprendizagem do conteúdo “Estados Físicos da Matéria” numa turma de 1º ano do Ensino Médio. Assim, optou-se pela simulação virtual PhET *Estados da Matéria*, da Universidade do Colorado, EUA, por possibilitar a visualização em tempo real do movimento e das interações que acontecem entre as partículas e a prática experimental “Mudança de Estado Físico da Naftalina”, utilizando a problematização como estratégia de mobilização dos sentidos cognitivos dos alunos na reconstrução dos conhecimentos químicos.

Assumimos a pesquisa-ação como norteadora das atividades. Para o desenvolvimento do trabalho, seguiu-se a proposta dos três momentos pedagógicos (3MP) adaptada da abordagem de Freire por Delizoicov (2011), o qual consiste em problematizar, organizar e aplicar os conhecimentos dos alunos, sendo a pesquisa-ação norteadora das atividades realizadas.

A abordagem aplicada mostrou ser factível na escola pública pesquisada, podendo ser aplicada em todas as séries do Ensino Médio nas disciplinas de ciências, com vantagens econômicas e didáticas. A primeira, por poder usar os recursos e espaço físico existentes no âmbito escolar, a segunda por possibilitar ao aluno fazer sua própria análise, interpretação e possíveis conclusões do objeto cognoscível, levando-o a aprendizagem.

Portanto, pode-se dizer que este trabalho fortalece a necessidade de reflexão por parte dos professores sobre a maneira como têm sido realizadas as atividades práticas no contexto da sala de aula, confirmando a importância e aplicação destas estratégias didáticas com enfoque no modelo construtivista de ensino, contribuindo para o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos.

No contexto considerado e com base nos objetivos assumidos neste trabalho, o problema de pesquisa desta dissertação é:

**De que maneira a abordagem didática da simulação virtual e experimentação problematizadora são factíveis na solução dos problemas de ensino - aprendizagem da Química no Ensino Médio?**

A escolha do tema se justifica pela minha inquietação enquanto professora da disciplina de Química em ver que, embora todo esforço gasto em fazer com que os alunos compreendessem os conteúdos estudados em sala de aula e se interessassem pelos conhecimentos químicos, os resultados na aprendizagem não eram satisfatórios, pois após a realização das atividades e avaliações, os mesmos esqueciam facilmente o que supostamente haviam aprendido. Refletindo sobre a realidade vivenciada, percebi que por muitos anos

minha prática docente no Ensino Médio era tão tradicional quanto as que eu, muitas vezes, havia criticado. A partir de então, mudei minha estratégia de ensino, passando a contemplar no planejamento mensal, a inserção de novas abordagens como, por exemplo, a contextualização do conteúdo e sua aplicação no cotidiano e o uso das tecnologias, por exemplo, por meio de vídeos com assuntos atuais relacionados ao conteúdo, para motivar o interesse dos alunos e incentivar a pesquisa, em vez de utilizar parte do tempo de aula fazendo transcrição dos conteúdos na lousa e ensinando macetes para memorização. As aulas passaram a ser mais sistemáticas e as atividades práticas deixaram de ser demonstrativas para serem participativas, objetivando sempre a resolução de problemas. Neste sentido, torna-se nítida a importância de acompanharmos as mudanças decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos para que o ensino se mantenha atualizado e envolvente para o aluno.

Para alcançar os resultados apresentados neste trabalho, delineou-se o objetivo geral a seguir.

#### **a) Objetivo Geral**

Analisar as contribuições e potencialidades das abordagens didáticas da simulação virtual e experimentação problematizadora na Química, como princípio formativo no Ensino Médio.

#### **b) Objetivos Específicos**

Para atingir o objetivo geral desse estudo, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar e aplicar as abordagens didáticas da simulação virtual e da experimentação problematizadora na compreensão do conteúdo Estado Físico da matéria.
2. Descrever as interações dos estudantes com o conteúdo Estado Físico da Matéria, a partir das abordagens didáticas: simulação virtual e experimentação problematizadora.
3. Analisar as contribuições e as potencialidades do uso das abordagens didáticas na aprendizagem da Química.

Esta dissertação está dividida em três capítulos, a saber:

No primeiro capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica sustentando a importância deste trabalho e sua contribuição para as pesquisas em Ensino de Química com base nos paradigmas emergentes da Educação. Neste contexto, realiza-se uma breve explanação sobre o papel da problematização no uso das abordagens didáticas e a influência

que exerce a ciência e tecnologia no ensino-aprendizagem dos conceitos químicos pelos alunos.

No segundo capítulo, é desenhada a pesquisa com descrição do percurso metodológico, os instrumentos de coleta de dados e a metodologia de análise.

No terceiro capítulo são apresentados os resultados obtidos a partir da pesquisa realizada numa turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Manaus.

Posteriormente, são expostos as conclusões finais e trabalhos futuros. Portanto, pontuam-se as contribuições, vantagens, limitações e os possíveis trabalhos que podem ser realizados por meio da pesquisa realizada.

# **CAPÍTULO 1**

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este trabalho buscou integrar Ciência e Tecnologia no ensino-aprendizagem da Química, por meio da Simulação Virtual e da Experimentação Problematizadora. Neste capítulo, apresenta-se o referencial teórico que forneceu subsídios para a reflexão e discussão do tema escolhido.

### **1.1 A PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E OS PARADIGMAS EMERGENTES DA EDUCAÇÃO**

Atualmente, as pesquisas em ensino de Química têm sido o foco de muitos professores e pesquisadores. Inicialmente, nos anos de 1960 e 1970 preponderava o caráter prático ou instrumental ao ser reduzida por meio de conceituação como meras aplicações de teorias e modelos das Ciências Humanas, particularmente, da Psicologia. Posteriormente, passou pelo chamado “movimento das concepções alternativas” até se situar no campo maior, o da Didática das Ciências, constituindo-se em um vasto campo de estudo e investigação, despertando um novo perfil de profissional acadêmico, futuro profissional do ensino (SCHNETZLER, 2002).

A didática é um mecanismo imprescindível no processo de ensino e dela depende grande parte da boa aprendizagem. Trata-se de uma área bastante dinâmica e de certa forma individual, pois está intrinsecamente relacionada à vivência, criatividade e conhecimento de quem ensina, despertando o interesse em investigar tanto os processos de ensino quanto os

aspectos ligados ao processo de aprendizagem dos conceitos científicos (FREITAS FILHO e CELESTINO, 2010; GUIMARÃES, 2009; TAVARES *et al.*, 2008), propondo novas metodologias que incentivem os alunos a se interessar pelos conhecimentos químicos, oportunizando-os a trilhar caminhos que os levem a uma aprendizagem mais significativa.

Os artigos publicados nas seções da revista Química Nova na Escola – QNEsc nas últimas duas décadas, desenham as perspectivas em termos de referenciais teóricos, propostas metodológicas qualitativas e objeto de pesquisa que mais se difundem entre os profissionais da área de Ensino (MORTIMER *et al.*, 2015; RAMOS *et al.*, 2015; SANTOS & PORTO, 2013). A seção “Pesquisa em Ensino de Química” apresentou um crescimento considerável de publicações, que são classificadas em 15 temas diferentes por Mortimer *et al.* (2015), mostrando a atenção dada à formação de professores (33,5%), e o aumento dos artigos em “Ensino de Conceitos e Temas Químicos” e “Experimentação e Laboratório” (14,9% e 11,2%, respectivamente) (MORTIMER *et al.*, 2015).

Neste panorama aparece também as novas tendências, a exemplo dos artigos voltados para tecnologias da Informação e comunicação (TIC) (RAMOS *et al.*; MORTIMER *et al.*, 2015), como “Química e Inclusão”, “Jogos”, “Visualização no Ensino de Química” e “Inovação”, e se tratando de referencial teórico, Paulo Freire é o mais citado e associado a outros autores da Educação em Ciências (MORTIMER *et al.*, 2015), os quais se apropriam, por exemplo, da linguagem, atividades investigativas, participação do sujeito no processo de ensino-aprendizagem, entre outros.

É importante enfatizar que a divulgação desses resultados pela comunidade científica tem exercido influência positiva no ensino das ciências, pois, são em grande parte, conclusões das reflexões, angústias e experiências vivenciadas pelos professores no contexto escolar, traduzidas em forma de referenciais teóricos, propostas metodológicas e objetos de pesquisa, que surgem como paradigmas emergentes na Educação.

Entre as perspectivas metodológicas voltadas para a melhoria da qualidade em ensino-aprendizagem dos conceitos químicos, está o método de ensino por descoberta, que segundo Santos & Porto (2013) se destacou na comunidade científica e entre os profissionais da educação, devido reconhecer que por meio dos experimentos investigativos, o aluno é estimulado a desenvolver atividades mentais, raciocínio lógico, criatividade, diferentemente dos experimentos ilustrativos os quais se apóiam em exemplificações e/ou explicações prontas dos fenômenos em estudo. Neste mesmo sentido, segundo os autores, aconteceu a substituição dos livros puramente descritivos pelos explicativos, tornando mais compreensivo os modelos científicos das ciências.

Em suma, podemos dizer que uma das características das pesquisas em ensino de Química está no cuidado e interesse dos estudiosos educacionais em qualificar as metodologias qualitativas com referenciais de base construtivista. Sendo o construtivismo um referencial explicativo, guiado por diversas contribuições, ampliam as possibilidades de sua utilização no contexto escolar, orientando os caminhos, as decisões, sobretudo, as intervenções pedagógicas do professor (SOLÉ & COLL, 2009), portanto, proporcionando “certos critérios que todo professor e corpo docente necessitam para levar a cabo uma educação fundamentada e coerente” (pg. 26).

Tendo em vista os aspectos observados, concluímos que a principal contribuição das Pesquisas em Ensino de Química vai ao encontro da maior potencialidade da concepção construtivista, os processos de ensino-aprendizagem, “expressas nos resultados de dissertações e teses e nos artigos publicados em livros, periódicos e anais de congressos da área” (SANTOS *et al.*, 2013), atendendo ao interesse dos profissionais da educação básica, atualizando-os quanto às tendências do processo educacional e as necessárias reflexões para o fortalecimento e melhoria do ensino.

## 1.2 TECNOLOGIA E CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA

No mundo contemporâneo, ciência e tecnologia têm causado grande influência no processo ensino-aprendizagem da Química. Historicamente, a tecnologia se apresenta em momentos diferentes da transformação da ciência em força produtiva, pelo trabalho humano. Com efeito, podemos definir duas características da relação entre elas: essa relação acontece em decorrência da produção industrial; a tecnologia é uma ampliação das capacidades humanas por satisfazer as necessidades da humanidade que passa por constante transformação social e cultural. Neste contexto, uma educação integradora deve possibilitar o acesso à ciência, tecnologia e cultura de maneira articulada, crítica e reflexiva no campo educacional (BRASIL, 2013).

Portanto, ciência e tecnologia são entendidas como amálgama cujos conhecimentos indissociáveis podem contribuir, enquanto instrumentos educacionais, para o processo ensino-aprendizagem dos conceitos químicos. Daí a proposta de unir ciência, através da experimentação, e na tecnologia, com o uso de software de simulação para alcançar os objetivos constantes no trabalho.

### 1.2.1 O uso do computador no Ensino da Química

O uso do computador na Química tem sua primeira referência em 1959 nos Estados Unidos com foco na pesquisa acadêmica. Sobretudo, no Ensino da Química, foi a partir de 1969, na Universidade do Texas, por meio de um projeto de avaliação de uma simulação de experimentos de laboratório para ser usado em aulas de Química que, pela primeira vez, foi utilizado pelo professor com fins educativos (HOOD, 1994). No Brasil, aconteceu em 1973, na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ (VALENTE, 1997), usado pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde e o Centro Latino-Americano de Tecnologia Educacional (NUTES/CLATES), objetivando realizar simulações no ensino de Química. A Universidade de Campinas – UNICAMP foi pioneira em usar o computador objetivando avaliar seu potencial no processo ensino – aprendizagem (TAJRA, 2012; VALENTE, 1997).

É importante lembrarmos aqui que há muitos séculos, a escola já incorporou no seu processo ensino- aprendizagem os recursos tecnológicos com a adesão do livro didático. No entanto, não o percebemos como tal porque seu uso já é tão natural, tão presente no cotidiano escolar, que pouco nos atentamos que ele também é decorrente do avanço tecnológico e que ao longo dos anos sofreu muitas alterações na maneira de acesso às suas informações (TAJRA, 2012), como exemplo, vemos a utilização do livro online: E-BOOKS. Embora o computador não tenha sido desenvolvido para fins pedagógicos, tem sido utilizado por profissionais da educação para melhorar suas aulas e tornar o processo ensino e aprendizagem mais dinâmico e interativo.

A integração das tecnologias educacionais no ensino tem causado muitas mudanças em termos de socialização das informações na sociedade. Contudo, no mundo contemporâneo, um olhar especial tem sido lançado para o computador, que para Tajra (2012) ganha em relação aos demais recursos tecnológicos (televisão, rádio, data show, etc.) devido a sua característica de interatividade em tempo real.

Assim, a autora acrescenta que,

o ganho do computador em relação aos demais recursos tecnológicos, no âmbito educacional, está relacionado à sua característica de interatividade, à sua grande possibilidade de ser um instrumento que pode ser utilizado para facilitar a aprendizagem individualizada, visto que ele só executa o que ordenamos; portanto, limita-se aos nossos potenciais e anseios (TAJRA, 2012, p. 43).

Contudo, a inserção dos recursos tecnológicos nas instituições escolares oferece resistência, pois, é preciso toda uma estrutura física e pessoal qualificado para garantir seu funcionamento e alcance os objetivos os quais foram destinados (COX, 2008). De acordo com a autora, a disponibilidade de recursos financeiros para a compra dos equipamentos e programas educacionais a serem utilizados pelos professores em suas aulas, a capacitação de profissionais qualificados e, sobretudo, uma boa estratégia didática para explorar adequadamente as potencialidades do computador, são apenas alguns dos muitos requisitos necessários para sua implementação no espaço escolar. Por outro lado, sabemos que a inserção do computador no sistema educacional, não é garantia da qualidade de ensino, pois, sua utilização só terá fins pedagógicos se usado de forma consciente, crítico e reflexivo pelos professores, apresentando-o como proposta inovadora capaz de promover o desenvolvimento intelectual, social e cultural do aluno, preparando-o para o exercício da cidadania.

Nesse sentido, Rocha completa dizendo que,

urge usá-lo como tecnologia a favor de uma educação mais dinâmica, como auxiliadora de professores e alunos, para uma aprendizagem mais consistente, não perdendo de vista que o computador deve ter um uso adequado e significativo, pois Informática Educativa nada tem a ver com aulas de computação (2008, p.1).

Embora sua potencialidade seja indiscutível em termos educacionais, o uso do computador precisa seguir olhar crítico face às teorias e práticas pedagógicas que permeiam o processo de ensino-aprendizagem. Logo, não basta integrar a tecnologia. É necessário que docente e discente percebam sua importância na educação, para que de fato promova a aprendizagem e seja visto como ferramenta complementar no ensino, com ênfase nas suas características interativas, dinâmicas e criativas que se apresentam como diferencial no processo de ensino-aprendizagem das ciências, particularmente, da Química, facilitando o acesso à informação e comunicação, que ainda continua limitado e pouco motivador nas escolas, em pleno século XXI.

### **1.2.2 A Simulação no Ensino da Química**

Na sociedade do conhecimento e da informação, o uso da informática tem se intensificado no ensino das ciências, sobretudo, da Química. Os primeiros softwares computacionais voltados para a Química foram direcionados para a área específica de físico-química, devido à necessidade de leitura de dados complexos, posteriormente, para as áreas

de química orgânica e inorgânica. No entanto, somente no final dos anos 90, é que os softwares foram adaptados para atender não somente a pesquisa como também o ensino, servindo como instrumentos de metodologia (RIBEIRO e GRECA, 2003).

Os softwares de simulação têm chamado atenção por suas características interativas, dinâmicas e lúdicas. Por meio dos simuladores, “o aluno pode experimentar suas idéias, elaborar conclusões e, conseqüentemente, aprender” (COX, 2008, p. 36), sem contar que “os diferentes grupos podem testar diferentes hipóteses, e assim, ter um contato mais “real” com conceitos envolvidos no problema em estudo” (VALENTE, 1993, p.11). Dessa maneira, tal atividade ajuda no desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos, que estando atentos nas etapas sucessivas do fenômeno conseguem acompanhar as interações que acontecem no interior das moléculas, levando-os à abstração necessária para a compreensão do conteúdo (SILVA et al., 2013) e assimilação dos conceitos.

Neste trabalho, fizemos uso do software de simulação virtual *PhET*, o qual tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores, com o objetivo comum de melhorar o aproveitamento dos conteúdos de Química e aumentar a participação dos alunos nas aulas, a exemplo de Mendes *et al.*(2015) que ao utilizar a simulação virtual no balanceamento das equações químicas observou que o simulador promove mudanças na concepção de ciências pelo aluno, pois a estratégia favoreceu a construção de conceitos microscópicos, e Moore (2014) que o aplicou na construção de moléculas, com resultados positivos em relação a interpretação e formação das fórmulas químicas.

Contudo, existe uma infinidade de softwares de simulação com objetivos diversos que influenciam o trabalho de pesquisadores educacionais. Dentre eles, destacamos o *LABVIRT*®, que simula situações ocorridas no laboratório de química; o *CHEMSKETCH*®, criado para edição de estruturas e reações químicas com possibilidades de inserção de texto, construção de esquemas e de montagens dos modelos representativos; *RASMOL*® permite a visualização de modelos moleculares a 3D (PASSINATO, 2008).

Existem, também, os ambientes gamificados com características de um jogo, ou seja, competir, desafiar, ganhar pontos, entre outros, é um game versátil prendendo a atenção dos alunos na busca por resolver determinadas atividades e assim ganhar recompensas (DA ROCHA *et. al.*, 2013; RAMOS & PIMENTEL, 2015). De acordo com as pesquisas realizadas pelos autores, as principais contribuições da gamificação estão no ranking disponível no final do jogo, exigindo maior concentração dos participantes nas tarefas executadas e no âmbito pedagógico contribuem para a aprendizagem dos conceitos.

Observa-se grande influência das TICs na prática pedagógica docente. Gradativamente, os softwares de simulação, apresentam-se como uma nova proposta de ensino-aprendizagem da Química (FIALHO e MATOS, 2010; GIORDAN (1999, 2003, 2015); MENDES *et al.* 2015; SILVA *et. al.*, 2013; SILVEIRA *et. al.*, 2013). A vantagem de usar as ferramentas de simulação no âmbito escolar está na facilidade de acesso e a fácil obtenção destes, onde pode ser feita em qualquer hora e lugar, sem precisar de alguém para auxiliar, descartando riscos, além de favorecer a aprendizagem (BERTOLINI *et al.*, 2013).

É necessário lembrar, que as escolas estão inseridas em diferentes contextos educacionais e essa característica é importante na escolha do software que deve, sobretudo, levar em consideração as habilidades que o aluno possui. Por ser multimodal, ou seja, oferece diversas maneiras de acesso aos fenômenos, é que seu uso precisa ser cuidadosamente planejado e sua aplicação consciente (GIORDAN, 2015). Dessa maneira, os critérios de aplicação devem satisfazer os objetivos propostos pelo professor, pois não podem substituir as atividades reais por mais elaborado que seja o software em uso (COX, 2008).

Neste trabalho, fizemos uso do Software de Simulação *PhET Estados da Matéria*, da Universidade de Colorado, devido sua característica didática e interativa no ensino do conteúdo “Estados Físicos da Matéria”, com resultados promissores apresentados pelos pesquisadores educacionais no que se refere à redução das dificuldades de aprendizagem dos alunos na compreensão dos conhecimentos químicos, especialmente, por despertar a curiosidade e o interesse dos mesmos, que se envolvem com as questões da Química.

### **1.2.3 Experimentação Problematicadora: Um Novo Olhar**

Desde o século XVII, a experimentação ocupou papel importante no ensino de ciências. Tal fato está atrelado à ruptura com as práticas de investigação vigente, que considerava ainda uma relação estreita entre a natureza e o homem, onde ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica que se resume pela regularização de procedimentos (QUEIROZ, 2004).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCN) também entendem as atividades experimentais como parte integrante da vida diária do aluno e auxiliares no processo de construção do conhecimento. Em contraposição ao modelo tradicional de ensino, estes documentos reconhecem que as atividades experimentais devem “possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las” (BRASIL, 2006

p.108) de forma que a resolução de problemas por investigação seja o objetivo a ser atingido na experimentação.

Vários são os pesquisadores preocupados com a forma desarticulada e fragmentada com o qual são conduzidas as aulas de Química, sobretudo, as atividades experimentais, a exemplo de (BINSFELD e AUTH, 2011; DELIZOICOV, 2001; FRANCISCO JÚNIOR *et al.*, 2008; GIORDAN, 1999; GUIMARÃES, 2011), que em substituição ao método conteudista de ensino, pautado na transmissão-recepção de conhecimento, encontraram nas ações investigativas aquilo que para eles conduzem ao verdadeiro processo de construção do conhecimento.

Neste sentido, a experimentação problematizadora é como um veículo que conduz a curiosidade, ao espírito crítico e indagador, não disposto a aceitar o conhecimento transferido, mas, conduzindo o aluno a buscar sua própria explicação, fazendo sua própria leitura e interpretação para o fenômeno estudado (FREIRE, 2006). No entanto, a forma como será conduzido o experimento depende de como será feita a abordagem pelo professor na sala de aula, que partindo de um problema, de uma questão a ser respondida encontra várias possibilidades para sua solução (BRASIL, 2006).

Para Freire (2011) a pergunta é o despertar da curiosidade, conduz o aluno a descoberta, a buscar solução para aquilo que desencadeou o problema, ou seja, indo de encontro ao verdadeiro conhecimento, contrário ao modelo tradicional de ensino o qual está baseado na memorização e recepção, em que os conteúdos já se apresentam na sua forma acabada. Neste sentido, o ensino da Química por problematização é uma exigência do paradigma emergente, por elevar a ciência ao verdadeiro espírito científico, onde a curiosidade ingênua sendo problematizada é superada pela científica (BACHELARD, 1996).

Sob esta perspectiva, Bachelard (1996, 2011) e Freire (1996) criticam o método tradicional de ensino quando valorizam a pergunta, aquilo que se questiona sobre algo. Os autores reconhecem que o conhecimento não é estático e não se perde com o tempo, ao contrário, ele é construído sobre o conhecimento existente, sobre o que já se sabe, sendo o ato de ensinar e aprender um processo bilateral e deve acontecer entre professor e aluno, uma vez que “ensinar inexiste sem aprender e vice-versa” (Freire, 1996, p. 26).

Então, a pergunta segundo os autores é fundamental na construção do conhecimento científico por aguçar a curiosidade e buscar respostas aos problemas através da investigação, crítica e reflexão, possíveis na educação participativa e dialógica. Portanto, “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído” (BACHELARD, 1996, p.18).

Continuando, o autor diz que elaborar respostas, envolve a inserção do sujeito na construção do conhecimento, fazendo-o romper com os conhecimentos primeiros, resultado da interação cotidiana do sujeito com a sua realidade concreta.

Em consonância com os autores Carvalho acrescenta que para atender a esse novo paradigma metodológico:

é preciso criar condições a fim de que o cotidiano seja problematizado em sala de aula – para que novas questões sejam criadas e ferramentas para respondê-las sejam apresentadas e experimentadas. Abordar o ensino-aprendizagem de ciências nessa perspectiva envolve dar ênfase a processos de investigação e não apenas conteúdos acabados. (2013, p.23).

O professor é fundamental nesta transição em que era repassada como conhecimento pronto e hoje é considerado em constante reconstrução, pois o ensino por problematização requer além da reestruturação dos conteúdos programáticos, uma mudança de postura dos docentes, rompendo com a forma de ensino tradicional, para um ensino participativo, onde aluno e educador são sujeitos ativos da aprendizagem.

Segundo Freire (2016) o educador democrático tem como uma de suas tarefas primordiais aproximar o aluno do objeto cognoscível, sobretudo, obedecendo a uma “rigoriedade metódica” (p.28), na tentativa de responder as questões que surgem a partir do seu próprio reconhecimento do objeto, cheio de subjetividade, críticas e reflexões sobre as ações que devem ser tomadas, se perdendo na suas próprias convicções, mas, avaliando os possíveis caminhos que os conduzirão a acertos e erros (CARVALHO, 2013).

Percebe-se que o professor, ao se transformar no instigador do aluno ao conhecimento, passa a ser ele mesmo instigado, uma vez que o aluno recebe o conhecimento, reflete, analisando-o e desenvolvendo condições de elaboração de novos questionamentos. Assim, tanto aluno como professor, tornam-se produtores de novos conhecimentos, ao realizar uma investigação com o intuito de responder as perguntas surgidas. Vemos, então, que há um intercâmbio, uma troca investigativa entre aluno-professor.

É exatamente neste sentido que ensinar não se esgota no “tratamento” do objeto ou do conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga a produção das condições que aprender criticamente é possível. E essas condições implicam ou exigem a presença de educadores e de educandos criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes (FREIRE, 2016, p.28).

Guimarães (2011) em consonância com Francisco Júnior (2008) vê a experimentação problematizadora como uma linguagem própria do sujeito, pois, o aluno não é guiado por

questões preestabelecidas, ao contrário, é tomado pela necessidade de encontrar respostas as questões por ele próprio elaboradas, orientadas por reflexões e ações próprias, decorrentes da interpretação que fizera do objeto de pesquisa, tornando o aluno sujeito da sua própria aprendizagem.

Em suma, o que os autores pretendem alcançar na problematização vai de encontro com o que Bachelard denomina de duplicação do conhecimento, ou seja, sair de um saber estático e fechado para um saber dinâmico e aberto, possibilitando que a leitura e interpretação do fenômeno não encontrem um fim em si mesmo, ao contrário, seja o ponto de partida para novos conhecimentos.

Quer queiramos, quer não, tudo se duplica, mediante o conhecimento. Só ele, o conhecimento, é o pleno do ser, é o pleno da potencialidade do ser, potencialidade que aumenta e se renova exatamente na medida em que o conhecimento aumenta (BACHELARD, 1996, p.10).

Conclui-se que, na duplicação do conhecimento por meio da resolução de problemas é necessário que o aluno assuma uma atitude ativa neste processo de construção do saber associada ao esforço para sugerir suas próprias respostas, suscitando no mesmo o gosto pelos conhecimentos químicos através da investigação do fenômeno e assim melhor compreendê-lo. Cabe lembrar que uma atividade investigativa pode ser qualquer atividade que tenha o aluno como centro da aprendizagem, de caráter experimental ou teórico, que ao ser contextualizado “introduza o aluno no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático” (CARVALHO, 2013, p.9).

## **CAPÍTULO 2**

### **DESENHANDO A PESQUISA**

Neste capítulo, delimitamos o percurso metodológico adotados na pesquisa. Assumimos a pesquisa – ação como norteadora das atividades realizadas pelos alunos da primeira série do Ensino Médio e, como ferramenta de análise adotou-se a análise de conteúdo.

#### **2.1 PESQUISA-AÇÃO**

A pesquisa-ação é concebida como uma estratégia metodológica de pesquisa usada no âmbito das ciências sociais para a produção de novos conhecimentos, sendo aplicada em áreas diversas de estudo das Ciências Humanas, Exatas e Tecnológicas, tendo como estratégia de pesquisa o modo como concebe e organiza a pesquisa social (THIOLLENT, 2011). Como todo processo metodológico a pesquisa-ação é orientada por fases que norteiam os caminhos que devem ser seguidos no seu desenvolvimento. No entanto, segundo o autor é preferível tomar como referencia o ponto de partida e o ponto de chegada, pois as fases intermediárias nem sempre seguem ordenadamente, uma vez que esse tipo de pesquisa é flexível e permite o ir e vir, ajustando-se as mais diversas situações que podem ocorrer durante o seu desenvolvimento.

O processo de pesquisa-ação é dinâmico em todas as fases do ciclo básico da investigação-ação e o que se alcança em cada ciclo torna-se ponto de partida para melhorar as fases seguintes. Ela começa com um reconhecimento situacional da realidade que se pretende mudar para que simultaneamente faça as mudanças necessárias para melhorar a prática. A

pesquisa acontece em muitos ciclos de investigação-ação e neste sentido, acontece reflexão sobre toda a prática a fim de melhorá-la, portanto, começa no planejamento e se encerra no ciclo sobre o que se sucedeu (TRIPP, 2005).

A flexibilidade com o qual é desenvolvida a pesquisa-ação é reprovada pelos pesquisadores que seguem os padrões convencionais de aceitação na comunidade científica (THIOLLENT, 2011), ou seja, seguem modelos orientados por etapas rígidas e pré-definidas. Como se observa, a pesquisa-ação apresenta-se sob muitos aspectos e o seu desenvolvimento depende da finalidade que é proposta. Assim, o autor define a pesquisa-ação como:

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2011, p.5).

Outra definição que tem sido bastante aceita no campo educacional é a definição assumida por Tripp (2005). Segundo o autor, a pesquisa-ação é “uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisas consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática” (2005, p. 447). De acordo com o autor, a importância de reconhecer este tipo de pesquisa como investigação-ação, ou seja, um processo metódico que inclui a pesquisa-ação se dá em detrimento as diversas propostas de pesquisa existentes em diferentes campos de atuação, o qual altera expressivamente o conteúdo das suas propostas. De acordo com o autor, essa definição melhor valoriza e a qualifica.

Sendo este trabalho desenvolvido numa instituição de ensino público, em termo educacional, a pesquisa-ação configura-se segundo o autor como:

uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos (TRIPP, 2005, p. 445).

No campo educacional, a pesquisa-ação tenta solucionar problemas relevantes de caráter prático com o intuito de encontrar uma saída para estes a fim de atender os interesses da coletividade (THIOLLENT, 2011). Embora tenda a ser pragmática, ela se distingue da prática e mesmo sendo pesquisa, se diferencia da pesquisa científica convencional, neste contexto, acaba requerendo ação em maior ou menor medida das duas (TRIPP, 2005).

É importante lembrar que “a compreensão da situação, a seleção dos problemas, a busca de soluções internas, a aprendizagem dos participantes, todas as características

qualitativas da pesquisa-ação não fogem ao espírito científico” (THIOLLENT, 2011, p. 23), apenas dos processos convencionais. Segundo o autor, um dos aspectos positivos deste tipo de pesquisa está em valorizar os diferentes tipos de linguagens sociais e raciocínios informais, os quais são estudados, analisados, compreendidos sob os aspectos qualitativos, ora desprezados no método tradicional.

A qualificação deste tipo de pesquisa tem causado muitos equívocos. Assim, Thiollent (2011) esclarece que toda pesquisa-ação é participativa, mas, nem toda pesquisa participativa é pesquisa-ação. Conforme o autor a diferença entre ambas está na forma de como é concebida essa participação. A primeira “requer uma ação por parte das pessoas ou grupo implicados no problema sob observação” e a segunda é, sobretudo, “participação dos pesquisadores”, respectivamente (p.6).

Observa-se que fragilidades da pesquisa-ação como: falta de controle dos ciclos de desenvolvimento da pesquisa-ação, ou mesmo, os princípios observacionais considerados e a maneira como trata pesquisador e pesquisado no processo de investigação de um problema coletivo são suficientes para que este tipo de pesquisa seja considerado fora dos padrões convencionais das pesquisas científicas (THIOLLENT, 2011). No entanto, para o autor esses e outros pontos criticados pela comunidade científica não a desqualifica, pois, sob o aspecto qualitativo existem diversas maneiras de analisar, organizar, planejar e divulgar uma pesquisa, o que também é feito com rigor e seriedade.

Considerando as qualidades mencionadas e as fragilidades aqui descritas, a opção pela pesquisa-ação se deu pelo fato de ser um processo cíclico, ajustável a situações diagnosticadas ao longo do processo, oferecendo um ponto de partida, a fase exploratória e um ponto de chegada, a divulgação dos resultados (THIOLLENT, 2011). Neste ínterim, os processos intermediários não seguem uma estrutura ordenada, ao contrário, são sujeitos pelas circunstâncias. Por se tratar de uma intervenção em ambiente escolar, onde não podemos prever as situações que podem se desencadear durante as aulas, tais características foram cruciais para assumirmos a pesquisa-ação como metodologia norteadora das atividades propostas neste trabalho.

Como primeiro produto da divulgação externa deste trabalho, temos um artigo aprovado no Workshop de Informática na Escola-WIE, SBC. O Workshop de informática na Escola é um dos principais eventos nacionais de Informática na Educação, tendo Qualis B3 na Computação. O artigo intitulado “A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação” (ANEXO A) foi aceito na modalidade artigo completo, apresentado no referido evento.

Concluimos dizendo que os objetivos práticos (conduz a solução) e os objetivos de conhecimento (evidencia a problemática para melhor conduzir as ações) nos auxiliaram a entender como e quando devíamos intervir no processo com o intuito de adequar as atividades desenvolvidas e alcançar resultados satisfatórios para este trabalho.

### **2.1.1 Construção dos Dados**

Entendemos a presente pesquisa como qualitativa por considerar o mundo real e o sujeito, ou seja, vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito onde não pode ser traduzido em números (GIL, 2008). O processo e o significado são os focos principais dessa abordagem.

Assim o objetivo dos investigadores qualitativos é descrito por Bogdan e Biklen, como sendo:

o de melhor compreender o comportamento e experiências humanas. Tentam compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados (1994, p.70).

Muitas são as características das pesquisas qualitativas que tem chamado a atenção dos pesquisadores educacionais. Bogdan e Biklen (1994) elencam cinco características que consideram essenciais nesse tipo de estudo, segundo os autores são: o ambiente, onde concentra todas as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa e o investigador como seu instrumento principal; os dados obtidos descrevem todo o cenário pesquisado, desde um simples fato considerado como trivial às transcrições, depoimentos e todos os tipos de documentos adquiridos no seio da pesquisa; o foco está no processo, pois dele depende a maneira como será conduzido o problema; o significado que os participantes dão as coisas e a tudo que os cerca, devem ser analisados e discutidos para que possam ser levadas a juízo; e, por fim, a análise dos dados como um processo indutivo, não há preocupação em provar hipóteses predefinidas, pois, as questões inicialmente abrangentes vão sendo refinadas até tornarem-se bem objetivas.

### 2.1.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Dentre as técnicas de coleta de dados usadas na pesquisa qualitativa fizemos uso da observação, entrevista e questionário. Optamos pela observação assistemática, devido o instrumento nos permitir fazer registro dos fatos da realidade, durante todas as etapas de desenvolvimento, sem fazer uso de técnicas especiais ou perguntas diretas, evitando que os sujeitos da pesquisa se sentissem pressionados ou pouco à vontade durante as aulas e atividades desenvolvidas. O que caracteriza a observação assistemática é:

o fato de o conhecimento ser obtido através de uma experiência casual, sem que se tenha determinado de antemão quais os aspectos relevantes a serem observados e que meios para observá-los (RUDIO, 1979, p.35 apud MARCONI & LAKATOS, p.175, 2010).

Contudo, a flexibilidade e o rigor mínimo na obtenção dos dados não tiram o caráter sistêmico necessário atribuído aos procedimentos científicos, uma vez que a etapa posterior da observação é a análise e interpretação dos conhecimentos obtidos. Sobre a confiabilidade da técnica, Marconi & Lakatos esclarecem que:

o êxito da utilização dessa técnica vai depender do observador, de estar ele atento aos fenômenos que ocorrem no mundo que o cerca, de sua perspicácia, discernimento, preparo e treino, além de ter uma atitude de prontidão (2010, p.176).

Em síntese, as autoras chamam atenção nos cuidados em relação à observação assistemática, pois um único descuido pode deixar passar despercebidas ocasiões raras no estudo do fenômeno.

Ao todo foram aplicados cinco questionários mistos (perguntas abertas e fechadas), para que os sujeitos dessem suas próprias respostas e escrevessem sem limitação através das perguntas abertas, além de uniformidade e fácil processamento, por meio das perguntas fechadas (GIL, 2008). Dada a situação da pesquisa, a opção pelo questionário se justificou pela obtenção de respostas em tempo hábil, além de possibilitar o anonimato dos sujeitos da pesquisa, conferindo-lhes maior liberdade nas respostas (MARCONI & LAKATOS, 2010). A maioria dos alunos mostrou-se interessados em colaborar com a pesquisa, respondendo ao questionário. Uma minoria se manteve apática e responderam aos questionários pela metade.

Considerando o grau de dificuldade dos alunos na resposta escrita aos questionários e a carência na interpretação das perguntas, optamos pela entrevista semi-estruturada, onde se disponibilizaram a participar dois alunos. A entrevista transcorreu como uma conversa, oportunizando a liberdade de expressão além de favorecer a apropriação sobre o que os participantes pensam em relação a forma de como foram conduzidas as aulas. Uma das características da entrevista é seu caráter interativo, o qual permite tratar o tema investigado em maior profundidade, sem seguir uma ordem rígida para as perguntas, transcorrendo espontaneamente (ALVES-MAZZOTI & GEWANDSZNAJDER, 2000, p.131).

### 2.1.3 Instrumentos de Análise

Para análise das respostas extraídas da observação, questionários e entrevistas, os dados foram tabulados e posteriormente analisados segundo o instrumento de Análise de Conteúdo - AC (BARDIN, 2011). Conforme o autor, esta técnica exige um trabalho exaustivo para não deixar de fora nenhum dos elementos da pesquisa, seja qual for razão, logo, o material deve ser representativo e apresentar homogeneidade na escolha dos documentos retidos e, sobretudo, ser pertinente nas fontes documentais, a fim de que estes atendam aos objetivos de estudo.

Segundo Bardin (2011) a análise de conteúdo possui três fases principais:

**a) Pré-Análise** – coleta e organização do material, iniciando pela escolha dos documentos a serem submetidos à análise. É nessa fase que acontece a elaboração das hipóteses e objetivos a partir da leitura inicial dos dados disponíveis e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação do material coletado.

**b) Exploração do Material** – codificação. Todo o material coletado é recortado em unidade de registro (UR). As unidades de registros são os recortes das entrevistas, dos documentos escritos e anotações. Posteriormente, retiram-se as palavras-chaves e, então, faz-se o resumo dos parágrafos. Esta será a primeira categorização. Em seguida, as categorias são agrupadas de acordo com os temas correlatos, dando origem à categorização inicial, que geram as categorias intermediárias e por fim a categoria final. O processo de categorização funciona como um “funil” aonde o material vai sendo refinado até chegar à exaustão, categoria final. Daí procede com as inferências.

**c) Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação** – significação e validação dos resultados manifestos e os subentendidos, não explícitos nos textos dos documentos coletados. Assim, o pesquisador “tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (p.131).

Neste contexto, a análise de conteúdo segundo Bardin é definida como:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivo de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (2011, p.44).

Seguindo a proposta da AC empregou-se a codificação aberta, sustentada pelas indagações surgidas dos entrevistados e das respostas dos questionários e observações, estabelecendo os conceitos a partir das idéias relevantes dos dados coletados para serem comparados e analisados. Seguindo, realizou-se a seleção e refinamento das categorias, os quais refletem o propósito da análise. Para compreensão dos dados utilizou-se quadros e gráficos representativos com o comentário da pesquisa. De acordo com Moraes a análise de conteúdo:

constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo as descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (1999, p.2).

Dentre as técnicas de análise utilizou-se a análise categorial, o qual consiste no “desdobramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamento analógicos, [...] é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos diretos (significações manifestas) e simples” (BARDIN, 2011, p.201).

Entendemos as interpretações obtidas através da análise de conteúdo como construção humana, apoiadas nas respostas subjetivas dos autores da investigação, com valorização das suas experiências e o contexto o qual estão inseridos, contribuindo com informações valiosas para os resultados e conclusões obtidos neste trabalho.

## 2.2 O CONTEXTO DA PESQUISA

A prática pedagógica foi desenvolvida numa escola de Ensino Médio da rede pública, na capital de Manaus, Zona Leste. A escola possui Laboratório de Informática (LI) conectado à Internet com sistema operacional Linux e Windows XP e Laboratório de Ciências (LC). A coleta de dados aconteceu nos meses de julho e agosto de 2015. O LI possui 21 (vinte e um) computadores, sendo que apenas 18 (dezoito) estavam em perfeitas condições de uso. Foram criados na área de trabalho do computador atalhos referentes ao simulador intitulado Estados da Matéria, usado neste trabalho. Por motivos alheios ao nosso conhecimento, o LC não foi cedido para que pudéssemos realizar a atividade experimental de Química, portanto, fizemos uso da área recreativa da escola. O roteiro da atividade experimental e o tutorial referente ao uso do simulador estão nos apêndices D e E, respectivamente.

### 2.2.1 Caracterização e Perfil dos Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa foram alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma Escola Pública da Zona Leste de Manaus, do turno vespertino, com vinte e nove alunos matriculados, sendo 23 ativos e 06 evadidos. A caracterização dos mesmos foi feita através do questionário diagnóstico (APÊNDICE B). A faixa etária da turma variou entre 14 a 25 anos, dos quais 15 eram do sexo feminino (65%) e 08 do sexo masculino (35%). Na figura 1 observamos que o número de alunos entre 14 e 15 anos (dez alunos), na idade escolar adequada é quase o equivalente ao total de alunos entre 16 e 25 anos (treze alunos), fora da faixa etária indicada para a série estudada.

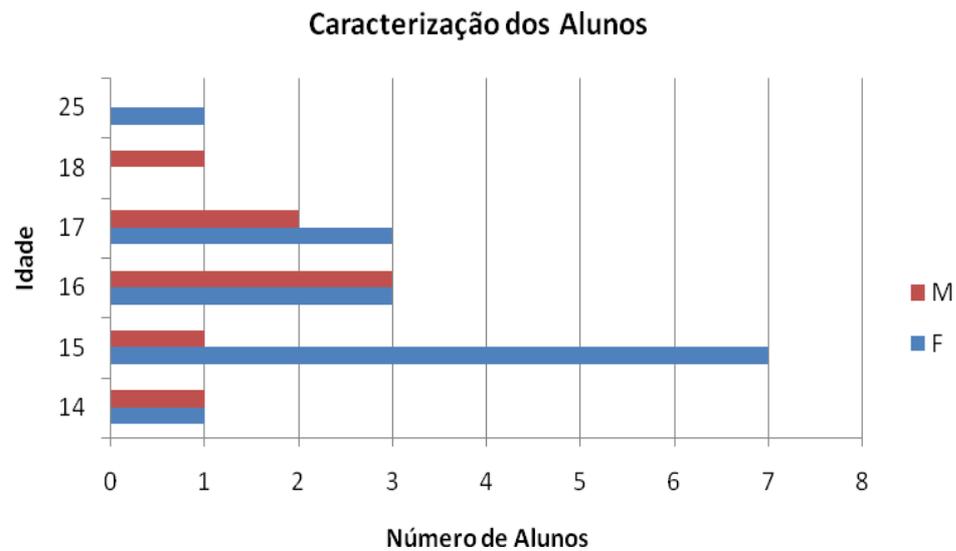


Figura 1: Caracterização dos Alunos  
Fonte: Respostas dos Alunos

Apesar de a escola possuir LI, os alunos disseram não ter tido nenhuma aula de Química usando o computador. No geral, parte dos alunos possui computador em casa (52%) e tem permissão para usar (43%) e mesmo os que não possuem computador (39%) utilizam por outros meios (30%), apenas 9% disseram não ter computador em casa e nunca ter utilizado um. Somente os alunos que nunca utilizaram computador avaliaram como ruim (9%) sua habilidade em relação ao uso da máquina. A Figura 1 apresenta os gráficos dos valores mensurados. De maneira geral, as respostas apresentaram informações suficientes para que o desenvolvimento da atividade prática com o simulador fosse exequível.

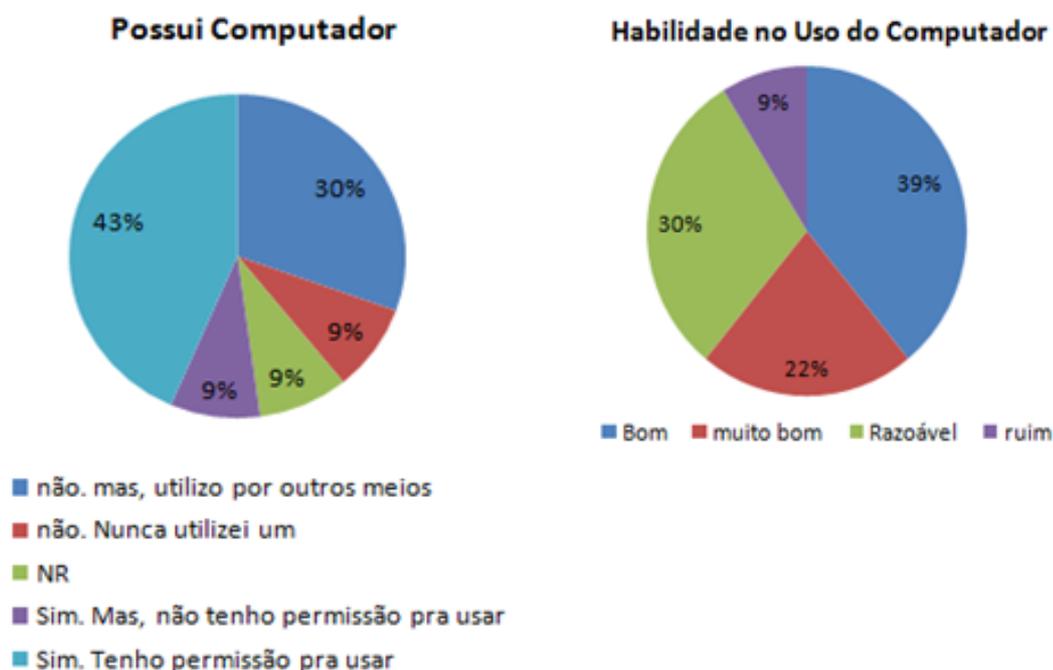


Figura 2: O uso do Computador - Utilização e Habilidade  
 Fonte: Resposta dos Alunos

Embora não houvesse incentivo por parte dos professores quanto ao uso das tecnologias na sala de aula, quando questionados sobre o computador para fins educacionais 52% dos alunos responderam que utilizavam às vezes, 26% afirmaram sempre usar, 13% usam dificilmente e 9% não usam o computador para fins educacionais por não possuírem habilidade no manuseio a máquina. No que concernem as atividades experimentais 87% do total responderam ser realizada eventualmente pelo professor de Química, no entanto, em conversa com os alunos só havia acontecido uma única atividade na sala de aula no começo do ano letivo e de forma demonstrativa.

#### 2.2.1.1 Simulação Virtual *PhET Estados da Matéria* (1.10)

A simulação virtual *PhET Estados da Matéria* foi realizada pelos alunos que desenvolveram a atividade seguindo o tutorial (Apêndice E), com as instruções para que fizessem as observações sistemáticas e anotações referentes aos modelos representativos visualizados. A tela inicial das simulações de Química do *PhET* é apresentada na figura 3 e pode ser visualizada por meio do link:

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry), podendo ser baixada livremente, com versão em português. Além de simular experimentos e modelos químicos, o simulador *PhET* também faz simulações de conteúdos da Física, Biologia, Ciências da Terra e da Matemática.

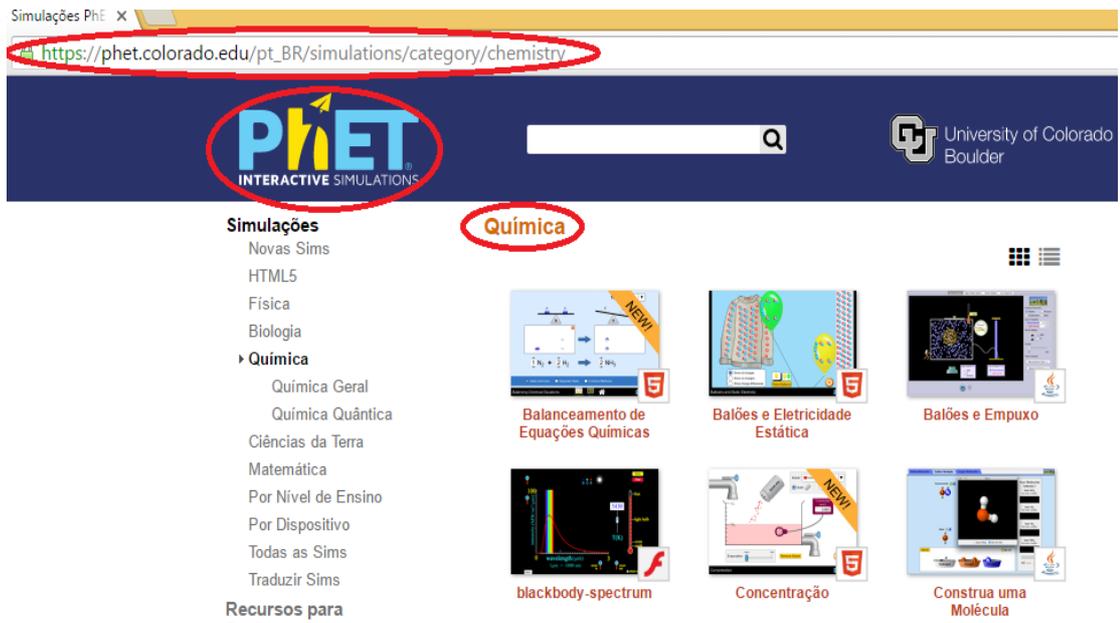


Figura 3: Tela inicial do Simulador *PhET* – Simulações Químicas  
 Fonte: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations)

Dentre os inúmeros softwares disponíveis na web, optamos pela simulação *PhET Estados da Matéria* por apresentar-se com características didáticas e interativas, simulando por meio de ambiente real os modelos representativos dos fenômenos químicos, oferecendo autonomia para que o aluno tome decisões e realize ações (MENDES *et al.*, 2015) necessárias para compreensão dos conceitos estudados. O não entendimento das interações que ocorrem entre as partículas, dificulta a abstração dos termos, conceitos e ideias inerentes ao conteúdo abordado. A aproximação com o conteúdo torna possível descrever as relações existentes entre os conceitos, aplicar de maneira adequada os modelos construídos e, sobretudo, confrontá-los com os conhecimentos apresentados pela comunidade científica ou com os laboratoriais (RIBEIRO & GRECA, 2003; SILVA *et al.*, 2013).

### 2.2.1.2 Prática Experimental: Mudança de Estado Físico da Naftalina

A prática experimental intitulada “Mudança de Estado Físico da Naftalina” (APÊNDICE D) foi realizada pelos alunos e mediada pelo professor responsável pela realização da oficina. Na atividade os alunos puderam ver passo a passo a mudança de estado físico da naftalina, saindo do estado sólido para o estado de sublimação. Os reagentes e alguns materiais foram trazidos pelos alunos. A experimentação ocorreu sem contratempos.

O experimento da naftalina descreve um dos processos de transformação da matéria, a sublimação. A sublimação é a passagem do estado sólido para o estado gasoso, sem passar pela fase intermediária, que é o estado líquido. Nesta atividade, o aluno foi instigado a explorar os conceitos de calor e entender a diferença entre transformação física e transformação química, conceitos estes imprescindíveis na aprendizagem dos conteúdos da Química.

### 2.2.2 Desenvolvimento da Pesquisa

Na sistematização das etapas da presente pesquisa utilizou-se a proposta metodológica de Delizoicov *et al.* (2011) com base na abordagem de Paulo Freire. Com o intuito de alcançar resultados significativos para esta pesquisa, executamos atividades diferenciadas que culminaram em um número maior de instrumentos, garantindo maior confiança na obtenção dos resultados por apropriação tanto da fala dos alunos quanto do contexto educativo como um todo, este valorizando a dialogicidade e a proximidade com o universo cultural dos sujeitos em todos os momentos. A abordagem metodológica segundo os autores consiste em dividir a atividade educativa em três momentos pedagógicos, a saber:

#### **a. Primeiro Momento Pedagógico: Problematização inicial**

De acordo com os autores é na problematização inicial que se apresentam as situações reais que os alunos conhecem e vivenciam. É neste momento, portanto, que os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre o tema de estudo em sala de aula. Assim, a meta é:

problematizar o conhecimento que os alunos vão expando, de modo geral, com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, questões inicialmente discutidas num *pequeno grupo*, para em seguida, serem exploradas as posições dos vários grupos com toda a classe, no *grande grupo*. (DELIZOICOV *et al.* 2011, pg. 200). [grifos do autor]

Entretanto, o que se deseja é estimular explicações contraditórias os quais darão suporte para identificar limitações e falhas do conhecimento em processo de aprendizagem no instante que o professor confronta-os com o conhecimento científico em estudo (DELIZOICOV *et al.*, 2011). Ainda segundo os autores a finalidade deste momento é fazer com que o aluno partindo de um distanciamento crítico do que ele sabe com as situações proposta para discussão, reconheça a necessidade da obtenção de novos conhecimentos e deste modo interpretar a situação de forma mais adequada.

Na medida em que se problematiza o conhecimento com base em questões relacionadas ao tema e as situações significativas existentes no universo cultural dos alunos, oportuniza-se uma ruptura favorável à apreensão e compreensão do conhecimento científico pelos estudantes e desta maneira garantir que os significados e interpretações das informações obtidas possam ser problematizados.

Como desenvolvimento desta etapa, fizemos inicialmente o levantamento dos “termos” ou “conceitos” do conteúdo Estados Físicos da Matéria. Posteriormente, o processo de construção de problemas e a partir destes, iniciamos a organização do conhecimento.

### **b. Segundo Momento: Organização do conhecimento**

Este momento compreendeu a sistematização dos conhecimentos descritos no tema e na problematização inicial. Isto é, usar das mais variadas atividades para que os conhecimentos científicos levem a uma melhor compreensão dos temas e das situações problematizadas (DELIZOICOV *et al.*, 2011).

A finalidade de organizar o conhecimento está em reconhecer os conceitos científicos como ponto de chegada:

A abordagem dos conceitos científicos é ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originam, de um lado, a seleção e organização do rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, de outro, o início do processo dialógico e problematizador (DELIZOICOV *et al.*, 2002, p. 194).

Nesta pesquisa desenvolveram-se duas atividades diferenciadas, simulação e experimentação, pois se acredita que o aluno deva ser oportunizado a ter contato direto com o fenômeno sob diversas maneiras para apropriação e compreensão dos conceitos científicos e valorização da Química enquanto ciência.

### **c. Terceiro Momento: Aplicação do conhecimento**

Na aplicação do conhecimento, os conceitos adquiridos no momento anterior (organização do conhecimento) são sistematizados, para posterior análise e interpretação, de modo a obter respostas para as situações levantadas na problematização inicial e até outras situações que podem ser resolvidas pelo mesmo corpo de conhecimento. Para os autores este momento destina-se:

a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligados ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV *et al.*, p.202, 2011).

Segundo os autores, mais que encontrar resposta ou solução para qualquer tipo de problema, o objetivo dos momentos pedagógicos é tornar os alunos críticos, capazes de articular constante e rotineiramente a conceituação científica com situações reais, vivenciadas no cotidiano. No entanto, o que não pode ser esquecido que “é o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado” (DELIZOICOV *et al.*, 2011, p.202).

As atividades da oficina foram desenvolvidas ao longo de treze aulas, sendo 3h/aulas semanais de 50 minutos cada, com duração de cinco semanas, subdivididos em: **Problematização Inicial** - quatro aulas; **Organização do Conhecimento** - cinco aulas e; **Aplicação do Conhecimento** – duas aulas, como descrito no quadro 1 a seguir:

<b>CRONOGRAMA DE ENCONTROS</b>		
<b>1º Momento: Problematização Inicial</b>	<b>Hora/aula</b>	<b>Data</b>
1º encontro: apresentações, aplicação e recolhimento do questionário para os alunos	4h/aulas	27/07
2º encontro: apresentações, aplicação e recolhimento do questionário para os alunos (continuação)		29/07
3º encontro: levantamento dos “termos” ou “conceitos” – conhecimento prévio		30/07
4º encontro: construção de problemas pelos alunos		03/08
<b>2º Momento: Organização do Conhecimento</b>		
5º encontro: Aula expositiva sobre a temática	7h/aulas	06/08
6º encontro: Aula expositiva sobre a temática (continuação)		07/08
7º encontro: Questionário para avaliação do conteúdo		10/08
8º encontro: Apresentação e familiarização do simulador “Estado da Matéria”		13/08
9º encontro: Aplicação e avaliação do simulador “Estados da Matéria”		14/08
10º encontro: Aula interdisciplinar		17/08
11º encontro: Atividade experimental – Mudança de estado físico da naftalina, avaliação do experimento		20/08
<b>3º Momento: Aplicação do Conhecimento</b>		
12º encontro: Reformulação dos problemas pelos alunos	2h/aulas	21/08
13º encontro: Questionário e entrevista para avaliar a abordagem didática		24/08

Quadro 1: Cronograma das Atividades da Intervenção e Aplicação dos Momentos Pedagógicos.

Fonte: Própria do Autor.

## **CAPÍTULO 3**

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados apresentados nesta pesquisa são oriundos de três tipos de instrumentos de coleta de dados. São eles: observação, questionário e entrevista. Aplicou-se o questionário diagnóstico (APÊNDICE B), com o intuito de identificar o perfil dos alunos, conhecer a realidade escolar e o nível de envolvimento dos mesmos na disciplina. Aplicou-se três questionários (APÊNDICES C, F e G) como forma de avaliar o conteúdo e as ferramentas desenvolvidas nas aulas. Entrevistaram-se dois alunos que se disponibilizaram a colaborar na coleta dos dados (APÊNDICE H). Para darmos maior objetividade à nossa pesquisa, algumas questões do questionário diagnóstico foram discutidas, conforme a necessidade, dentro dos momentos pedagógicos.

#### **3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL DA TURMA**

Para iniciar a realização da oficina, foi elaborado um plano de aula que pudesse atender as necessidades dos alunos e estivesse de acordo com a realidade deles, só não esperávamos nos deparar com uma situação bastante atípica para alunos regulares do Ensino Médio, a pouca frequência dos alunos nas aulas e de certa forma “revezamento” entre eles durante a semana. Assim, a primeira ação foi reelaborar as aulas da oficina. Dificilmente estava presente toda a turma. A segunda ação foi fazer uma pequena revisão da aula anterior, objetivando suprir a ausência dos faltosos na aula e deixá-los, na medida do possível, com o mesmo nível de conhecimento. Assim, optou-se por tomar como ponto de partida da oficina

sempre a última aula realizada, e assim planejar o próximo encontro com base nesta, sempre atenta as situações identificadas e trabalhando o conteúdo de maneira flexível.

### 3.2 ANÁLISE DA PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Inicialmente tínhamos planejado três aulas para este momento, no entanto, em decorrência do quantitativo de 14 alunos no primeiro dia, tivemos que estender o número de aulas para que pudéssemos envolver um número maior de alunos na oficina. O número de alunos variou de 14 a 23 nas aulas.

A explicação para o número de alunos abaixo do esperado deve-se a uma particularidade observada nesta turma que nas segundas-feiras, mais da metade dos alunos não comparecem a escola e no decorrer da semana, apresentam pouca assiduidade e/ou revezamento. Para não comprometer os resultados ao término de cada aula, fizemos ajustes no plano elaborado para atender a essa e outras situações que surgiam no decorrer das aulas.

Antes de começarmos a aula, esclarecemos aos alunos que não estávamos ali para atribuir nota, ou mesmo, dizer se estava certo ou errado o que eles falariam, mas que, tudo o que fosse dito seria um marco para que juntos desenvolvêssemos o conteúdo que em outro momento eles já haviam estudado pelo professor da turma. A partir de então, observou-se que eles ficaram mais tranquilos e descontraídos.

Iniciamos o primeiro encontro com uma breve apresentação e explicamos os objetivos da oficina, bem como a importância da assiduidade e participação de todos para o desenvolvimento da pesquisa. Aplicou-se neste dia, o questionário diagnóstico (APÊNDICE B), respondido e entregue no mesmo dia. Procedeu-se no segundo encontro com aplicação do questionário para os alunos ausentes no dia anterior.

Como restaram 30 minutos para o término do tempo de aula, o professor falou um pouco da sua trajetória profissional e de como se sentia enquanto aluno nas aulas de Química, das dificuldades encontradas, das dúvidas existentes, etc. Aos poucos, começaram as primeiras vozes na sala de aula e os alunos começaram a expressar seus sentimentos e dificuldades em relação à disciplina de Química. O nível de confiança e a relação de afetividade dos alunos para com o professor foram acontecendo naturalmente aula após aula, à medida que se sentiam à vontade para se expressar e seguros de que não fossem

repreendidos no ato dos questionamentos, exposição de idéias ou mesmo nas pequenas discussões.

Identificamos na resposta dos alunos a questão 3 do questionário diagnóstico (APÊNDICE B) que o recurso didático mais utilizado pelo professor de Química na sala de aula era o quadro branco (87%), tornando as aulas muito monótonas e desinteressantes. Portanto, para darmos início a problematização inicial, na terceira, aula utilizamos o carrinho de mídias comportando data show, caixa de som, notebook e mostramos os slides das figuras com eventos do cotidiano relacionados com o conteúdo Estados Físicos da Matéria, como iceberg, mudança do clima, congelamento da água, entre outros, para contextualizar o conteúdo com situações do cotidiano deles.

À medida que mostrávamos as figuras, perguntávamos se, de alguma maneira elas os faziam lembrar do conteúdo a ser abordado. Aos poucos, foram surgindo os “termos” ou conceitos que, segundo eles, estariam relacionados ao conteúdo. No quadro reproduzimos as informações verbalizadas pelos alunos, os quais também realizaram anotações.

A contextualização seguiu o proposto nas OCN de forma que o conteúdo foi desenvolvido não para torná-lo mais atraente ou mais fácil de ser assimilado, mas para oferecer meios para que o mesmo, a partir das suas vivências e experiências consiga relacionar os conhecimentos adquiridos na sala de aula com seus saberes do cotidiano, entendendo que não há limites para o conhecimento (BRASIL, 2006).

Os alunos sentiram dificuldades em lembrar os conceitos estudados no 2º bimestre do ano letivo. Eles relataram que durante a explicação do conteúdo pelo professor de Química, pouco assimilavam os conceitos, leis e fórmulas explicadas, além da falta de relação dos mesmos com o cotidiano. O levantamento dos conhecimentos prévios foi classificado nas categorias: conceito, mudança de fase e influência de fatores externos, conforme o quadro 2.

<b>Unidade 1: Apropriação do Conhecimento</b>	
<b>Categorias</b>	<b>“Termo” ou Conceitos</b>
<b>Conceito</b>	Como é a matéria; Sólido; Líquido; Gasoso
<b>Mudança de Fase</b>	Condensação; Saindo do estado sólido para o estado líquido; Liquefação; Descongelando; Derretendo; Vaporização
<b>Influência de fatores externos</b>	Temperatura; Calor; Abaixamento da temperatura; “decomposição da naftalina” na temperatura; Mudança de temperatura; Aumento da temperatura

Quadro 2. Categorias dos “termos” ou “conceitos” atribuídos pelos alunos

Fonte: Silva et al. (2016)

Observou-se que existe uma grande lacuna na aprendizagem dos conceitos pelos alunos. O levantamento dos “termos” ou conceitos exigiu grande dinamismo do professor que, concomitante as figuras, mostrou pequenos textos para que os alunos trouxessem à tona os conhecimentos assimilados sobre o assunto pesquisado. Os resultados apontaram a necessidade de reflexão por parte dos professores no que diz respeito à contextualização dos conhecimentos químicos e sua relação com o cotidiano para facilitar a aprendizagem conceitual dos alunos. É necessário que o professor supere essa forma de ensino dissociado da vida (SCHNETZLER, 2004) e leve o aluno a reconhecer que a química está presente na maior parte das situações do seu dia a dia.

No quarto encontro, foram projetados na lousa os “termos” ou conceitos levantados pelos alunos na aula anterior, para que pudessem elaborar “problemas” que gostariam que fossem discutidos e respondidos durante a abordagem do conteúdo. Estiveram presentes 20 alunos.

A elaboração dos “problemas”, ou seja, formulação de perguntas foi uma surpresa para eles. Primeiro, porque eles nunca tinham passado pela situação de construir seus próprios questionamentos. Segundo, não sabiam como iniciar a construção das mesmas. Os primeiros minutos foram de silêncio total na turma. Um olhava pro outro como quem diz “e agora?”, estavam pensativos, calados, envergonhados em escrever “besteiras” ou mesmo sem saber como proceder, como disseram os alunos A3 e A12 abaixo:

**A3:** “Ai professora, mas como devo fazer isso, eu vou escrever só besteira!”.

**A12:** “Mais eu nem sei como fazer uma pergunta. Eu não sei fazer essa coisa não!”.

Para solucionar a dificuldade apresentada pelos alunos, o professor perguntou da turma o que eles sugeriam para resolver a situação. A turma sugeriu que fosse ensinado para eles como deveriam iniciar as perguntas. Neste momento um aluno indagou:

**A1:** Professora, eu mesmo tenho que elaborar a pergunta? Eu não sei como fazer isso, me ensine!

Na seqüência, outro aluno se sentiu motivado e reforçou a pergunta:

**A15:** É professora, nos ensine como iniciar!

A dificuldade de domínio da língua materna foi nítida. Infelizmente, nossa cultura ainda é do tipo aprender “a resposta certa” seja por memorização ou respostas prontas e não se ensina a formular a “pergunta certa” com o intuito de desenvolver habilidades de raciocínio ou o ato de questionar dos alunos.

Como medida interventiva, o professor mostrou através de exemplos algumas formas mais usuais de palavras interrogativas que os conduziram a perguntas mais significativas e que os ajudariam a ser mais reflexivos e indagadores. Em seguida, os alunos começaram a construção dos problemas. Sempre que elaboravam uma pergunta, chamavam o professor para ver se a forma como estavam elaborando estava “certa” ou “errada”. Para eles, a opinião do professor era motivadora e demonstrava dar mais segurança para que pudessem continuar construindo seus próprios problemas.

Os alunos sugeriram a formação de grupos para que aqueles que sabiam mais ajudassem os que sabiam menos. Deixamos que escolhessem a forma de como gostariam que fosse conduzido este momento. Foi uma estratégia para que ficassem à vontade durante as aulas e pudessem participar e interagir entre si. Aos poucos, eles foram se envolvendo e o diálogo entre os grupos foi intensificando. Observou-se que os alunos demonstravam grande motivação e satisfação por construir seus próprios “problemas. A aluna A3 após terminar a formulação da pergunta, falou em voz alta:

**A3:** “Eu nem acredito que eu consegui! Eu nunca pensei que um dia eu ia elaborar uma pergunta sozinha”.

Carvalho (2013) reforça a importância de oportunizar aos alunos ao erro, a partir de uma abordagem diferenciada. Tal atitude é importante para que os alunos conheçam novas questões e experimentem novas formas de pensar, podendo assim, avaliar as ações e interpretações que os levarão a erros e acertos. É preciso que os professores proponham “a seus alunos um olhar diferenciado às situações que costumam vivenciar no cotidiano” (p.24), pois quando os mesmos respondem a questões que são formuladas a partir dos seus conhecimentos, valores, práticas e linguagens, isso mostra que eles passaram a ver as diversas situações que os cercam cientificamente, inserindo-os neste universo.

No quadro 3 a seguir, estão listados na íntegra os problemas formulados pelos alunos. No total, foram elaboradas no total doze perguntas pela turma, classificadas em quatro categorias de análise.

<b>Unidade 02: Construção dos Problemas pelos Alunos</b>	
<b>CATEGORIAS</b>	<b>Problemas</b>
<b>1. Fenômeno Físico e Químico</b>	1. O que é um fenômeno químico e físico?
	2. Quando podemos saber quando está acontecendo as mudanças e quando é um fenômeno físico?
	3. E quando é um fenômeno químico como identificamos?
<b>2. Mudança de Estado Físico</b>	4. O que é fusão?
	5. Qual nome se dá a mudança de um estado para o outro? E que existe alguma diferença qual é essa diferença?
<b>3. Temperatura</b>	6. Qual é o ponto de ebulição do líquido para gasoso?
	7. Por que quando aquecemos um sólido ele derrete?
	8. Quando botamos água para ferver em uma panela, o que faz ela muda para o estado gasoso?
	9. Quando uma panela está no fogo e a mesma está fervendo o que acontece? Qual é o nome que podemos denominar essa fase?
<b>4. Mudanças do Clima</b>	10. Qual a ligação de estender roupa com estado físico e matéria?
	11. O que faz ocorrer as mudanças climáticas?
	12. O que o aquecimento global apresenta no estado físico da matéria?

Quadro 3. Categorização das Perguntas Construída pelos Alunos.

Fonte: Silva *et al.* (2016).

Nas quatro categorias de análise geradas observou-se que os alunos ainda não assimilaram conceitos básicos referentes ao conteúdo, além de apresentar dificuldades em relacionar o assunto com situações do cotidiano, como sua ocorrência e aplicação. A abordagem aplicada provocou uma mudança de atitude nos alunos, onde a forma como se comportavam no final de cada aula era totalmente diferente das que tinham inicialmente. Os alunos estavam participativos e havia cooperação mútua e disposição para ajudar os colegas.

Percebeu-se que a elaboração de problemas não foi tarefa fácil para os alunos em vista de que a atividade se apresentou como inovação em termos de construção do conhecimento. No entanto, se caracterizou como experiência científica onde os alunos puderam elaborar seu pensamento científico, errando e posteriormente, retificando os seus erros (BACHELARD, 1996). Este é o verdadeiro sentido da educação problematizadora, o de criar condições para que o aluno reconheça o desafio como um problema suscetível de investigação num processo contínuo de busca do saber, sentindo-se no dever de encontrar respostas aos desafios que lhes são dados sem tratá-los de forma isolada, ao contrário, compreendendo-o em conexão com outros, que também carecem de novos desafios (FREIRE, 2011).

A análise dos resultados acima se configura no que Pozo & Crespo (2009) chama de verdadeira motivação pela ciência, ou seja, a descoberta pelo interesse, pela aproximação com o mundo, das indagações sobre a estrutura e a natureza, o interesse em fazer perguntas e procurar as próprias respostas. Essa mudança de atitude, segundo o autor é importante no processo de construção e apropriação do conhecimento científico e isso dependerá de como ele está aprendendo, ou seja, do tipo de atividade de ensino e aprendizagem que o aluno está envolvido. Neste sentido, concluímos dizendo que o diálogo entre os conhecimentos, respeitando as especificidades de cada um é imprescindível para que aconteça a verdadeira aprendizagem.

### 3.3 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

No quinto encontro, iniciou-se a organização do conhecimento com a explanação do conteúdo Estados Físicos da Matéria, encerrando-se no nono encontro com o relatório avaliativo da atividade experimental. Para este momento, levamos em consideração as dificuldades mencionadas pelos alunos e os problemas por eles construídos na problematização inicial.

A questão 7 do questionário diagnóstico (APÊNDICE B) nos ajudou a melhor organizar este momento, pois como descrito no quadro 4 a seguir, obtivemos informações, através das sugestões dadas de como os alunos gostariam que fosse abordado os conteúdos de Química na sala de aula.

<b>Categorias</b>	<b>Frequência (%)</b>
Melhorar Explicações	6 – 27,3%
Experimentos	9 – 40,9%
Relação com o Cotidiano	1 – 4,5%
Recursos Didáticos/Inovações	6 – 27,3%
<b>TOTAL</b>	<b>22 – 100%</b>

Quadro 4: Frequência de Aparição das Categorias de Sugestões.

Fonte: Resposta dos Alunos.

Os resultados apontaram para o fato de que os alunos anseiam por abordagens metodológicas diferenciadas no ensino da Química. De acordo com a resposta dada pelos alunos na questão 3 do questionário diagnóstico, o recurso didático mais utilizado pelo professor nas aulas de Química ainda é o quadro branco (87%) e o livro didático (13%), que embora seja o método pioneiro de ensino é o mais criticado pelos alunos que almejam por melhores explicações (27,3%) dos conceitos, leis e fórmulas existentes na Química.

Ressaltamos que as categorias identificadas não sugerem que as aulas expositivas substituam-se pelos novos modelos de ensino. Eles sugerem as explicações sejam melhoradas, de modo que os conteúdos transmitidos sejam assimilados, constituindo-se num sentido para eles, especialmente no que se refere às situações cotidianas (4,5%).

Neste sentido, o ensino das ciências só alcançará sua função plenamente educadora quando tornar o aluno socialmente ativo, crítico e participativo das ações que acontecem na sala de aula, onde as relações entre professor e aluno não se limitem apenas na transmissão-recepção de conteúdos desarticulados e vazios. Mas que o aprendiz tenha condições de ensinar o que aprende, caracterizando-se na verdadeira aprendizagem (BACHELARD, 1996).

No tocante a prática experimental (40,9%) percebeu-se que os alunos sentem necessidade de participar da construção do conhecimento, afastando-se do objeto cognoscível apenas observável para o suscetível de ser experimentado, testado, investigado. A atividade prática experimental é para o aluno, sujeito da aprendizagem, se apresenta como resposta para muitas dúvidas não esclarecidas no estudo teórico do conteúdo. Pozo & Crespo (2009) afirmam que os conhecimentos científicos aprendidos na sala de aula precisam fazer sentido para os alunos, do contrário, haverá desinteresse pela aprendizagem da disciplina e, conseqüentemente, desvalorização dos seus saberes.

Os recursos didáticos computacionais são mencionados timidamente (27,3%), percebendo-se que a tecnologia também chamam atenção dos alunos por suas características diferenciadas na abordagem dos conteúdos das ciências, apresentando de maneira interativa e lúdica os modelos representativos dos fenômenos, oposto da maneira como são ensinados na sala de aula, estáticos, inquestionáveis e de difícil compreensão.

Notou-se que as sugestões de abordagens didáticas sugeridas pelos alunos caracterizavam o nível de insatisfação com a metodologia tradicional de ensino recebida na sala de aula, pois, “são sempre pobres em visualização e dinamismo, enquanto os alunos necessitam de algo diferente em seu processo de ensino e aprendizagem” (MENDES *et al.*, 2015, pg. 57). Tal fato refletiu diretamente na assimilação do conteúdo Estados Físicos da Matéria, evidenciando lacunas conceituais que se tornaram obstáculos na apropriação dos conhecimentos químicos. Conforme o relato dos alunos, o conteúdo foi ensinado exclusivamente por analogia através do modelo representativo da mudança dos estados físicos da matéria, de forma mecânica, difícil de promover a abstração correta do fenômeno.

Para Bachelard (1996) “uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas” (p.48), se desprendendo do conhecimento geral ancorado numa filosofia fácil, colorida, cheia de opiniões sobre o desconhecido, de verdades inquestionáveis, assim, “só com essa condição pode-se chegar a uma teoria da abstração científica verdadeiramente sadia e dinâmica (p.69).

A fim de superar estas dificuldades de abstração e entendimento do conteúdo, buscou-se na abordagem didática da simulação virtual e da experimentação uma maneira diferente de reconstrução do conhecimento. Por meio das atividades, os alunos foram oportunizados a problematizar as situações, abandonando a condição de aprendiz para aquela que se apropria do conhecimento na prática, encontrando explicações para a situação problema sem ver nelas um fim, mas apresentando-se como um caminho para a apropriação de novos conhecimentos.

No sexto encontro, solicitamos que realizassem um círculo na sala de aula onde todos participassem da discussão, expressando suas dúvidas, dificuldades e pontos críticos referentes ao conteúdo abordado. Os alunos relataram que a forma como o conteúdo foi abordado tirou muitas dúvidas existentes e conseguiram assimilar melhor os conceitos referentes aos Estados Físicos da Matéria, pois para eles era difícil entenderem o porquê de estudarem os conteúdos da Química, se não conseguiam enxergar nenhuma utilidade prática nas situações do cotidiano.

Outro assunto pontuado na discussão foi a não utilização das mídias (computador, data show e vídeo) pelos professores nas aulas, pois, eles entendem que estas ferramentas tornariam as aulas mais interessantes e motivadoras, diferente da didática baseada na transmissão - recepção, onde só copiam o conteúdo e acompanhavam as explicações vagas e desarticuladas, com “um monte de fórmulas”, sem representatividade para eles.

### **3.3.1 A Interdisciplinaridade no Ensino do Conteúdo**

Na sétima aula, aconteceu a interdisciplinaridade, sendo um momento importante e motivador para os alunos somando mais conhecimento e tendo mais clareza no entendimento dos conceitos estudados. O ponto crucial deste momento se centrou na grande dificuldade que os alunos demonstraram no entendimento do conceito de calor, pois eles relataram não ter estudado antes. Para tanto, convidamos o professor da disciplina de Física do horário matutino para que com seus conhecimentos e método de ensino pudesse contribuir para a aprendizagem do conteúdo. O professor foi muito dinâmico, interativo, contextualizou o conteúdo, usando temas no formato interrogativo e de interesse dos alunos.

Observamos que este momento interdisciplinar foi enriquecedor para a nossa pesquisa, além dos alunos entenderem que as ciências estão interligadas e se completam, ficou explícito que só através do conhecimento que cada uma oferece é que se torna possível a aprendizagem mais significativa. No final do encontro, os alunos ficaram na sala de aula comentando sobre os temas levantados pelo professor e notou-se a satisfação deles no entendimento do conteúdo.

A educação interdisciplinar é um diálogo que acontece entre os diferentes saberes disciplinares mediando a reconstrução do conhecimento com a cultura científica de cada ciência, formas de abordagens e ações. Neste sentido, Brasil assume que:

A enculturação contextualizada em Química, aliada à interdisciplinaridade não superficial, traz à tona limites dos saberes e conceitos cotidianos e, sem negá-los nem substituí-los, amplia-os nas abordagens transformadoras possibilitadas pelos conhecimentos emergentes e pelas ações das condições potencializadoras da qualidade de vida socioambiental (2006, p.117).

Percebeu-se na aula interdisciplinar a diferença no comportamento dos alunos. Eles estavam motivados, atentos, cada vez mais participativos, a timidez havia desaparecido e o

mais importante é que não mais se preocupavam em fazer perguntas “bobas” como eles descreviam. Outro fato notado foi na linguagem deles, na hora de fazer comentários ou fazer uma pergunta já inseriam os termos científicos aprendidos no decorrer das aulas.

### **3.3.2 A Participação dos Alunos**

Durante as aulas explanatórias, um pequeno grupo de alunos (mais precisamente cinco) estiveram apáticos e pouco envolvidos nas questões levantadas e discutidas pela turma. Em contrapartida, chamou-nos atenção o fato de quatro alunos que sempre sentavam no fundo da sala e três no centro, que inicialmente pareciam estar desinteressados e distraídos, foram os que mais se destacaram, participando das aulas, levantando discussões, tirando dúvidas e principalmente pontuando conceitos que consideravam não totalmente esclarecidos sobre o assunto quando trabalhado pela professora.

As aulas aconteceram de forma participativa e interativa, mantendo-se o diálogo, fundamental na construção do conhecimento e também a reflexão, pois através dos exemplos mostrados procuramos instigar a curiosidade. As aulas foram conduzidas mantendo a dinamicidade, fator que consideramos importante e efetivo para estimular a participação dos alunos e nortear as discussões.

### **3.3.3 Avaliação dos Conhecimentos Assimilados**

Após o fechamento dos encontros expositivos, o oitavo encontro foi direcionado para aplicação do questionário (APÊNDICE C) objetivando avaliar os conhecimentos assimilados pelos alunos. O mesmo foi composto por três questões abertas, aplicados e recolhidos no mesmo dia.

Na questão 1, quando solicitado para que descrevessem em poucas linhas o efeito da temperatura na mudança dos estados físicos da matéria, a maioria dos alunos optaram em responder fazendo o desenho esquemático como o descrito pelos alunos A3 e A5, mostrado na figura a seguir:

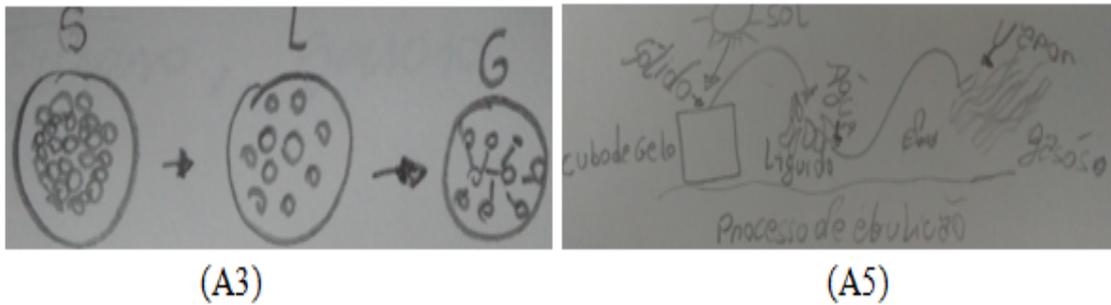


Figura 4: Modelo Esquemático da Mudança de Fase da Naftalina

Fonte: Resposta dos Alunos.

Observamos que os alunos que optaram em fazer o desenho esquemático estavam encontrando dificuldades em se expressar através da linguagem escrita, pois perguntaram se seria válido esse tipo de resposta caso não conseguissem escrever o que tinham entendido. Esta é uma das maiores fragilidades encontradas nas redes estaduais de ensino onde nos deparamos muitas vezes com alunos que avançam as séries sem terem sido alfabetizados corretamente, contribuindo para o aumento dos analfabetos funcionais na sociedade e no mercado de trabalho.

Outros preferiram o uso da linguagem escrita e demoraram um pouco mais na formulação das respostas, parando, refletindo sobre o que escrever. Escreviam, depois apagavam. No final, os alunos A1, A9 e A14 disseram ter respondido a questão da maneira compreendida.

**A1:** A temperatura atua quando, por exemplo, o gelo está derretendo e a temperatura abaixa, fazendo uma mudança de estado físico.

**A9:** É como se fosse uma fusão que vai mudando o aspecto do gelo com o tempo e a temperatura vai aumentando.

**A14:** A mudança de temperatura é quando, tipo a pessoa coloca água pra ferver e tipo ela quando ela vai ver vai mudando a temperatura e a água desaparece.

As respostas mostram que falta fluência na linguagem escrita e domínio dos conceitos científicos. Isso nos leva a refletir sobre a importância que deve ser dada as abordagens construtivistas de ensino das ciências e que o educador deve assumir uma postura diferente diante dos novos paradigmas emergente no âmbito educacional. Quando questionados por que a garrafa de vidro com água no refrigerador estoura, obtivemos as seguintes respostas dos alunos A1, A2 e A13:

**A1:** porque o gelo faz inchar e o vidro não tem elasticidade, por isso, ela estoura. A temperatura e a pressão aumenta e acaba acontecendo isso.

**A2:** Isso ocorre devido a temperatura e a pressão ocorrida na garrafa.

**A13:** Porque as partículas começam a entrar em solidificação e com a pressão as partículas ficam se batendo uma na outra e, então, se estoura.

Identificamos na resposta dos alunos que eles já começaram a entender a relação existente entre as variáveis temperatura e pressão no processo de mudança de fase. Neste sentido, percebemos que alcançamos o objetivo com a abordagem adotada, que é o processo de reconstrução do conhecimento dos alunos. Pozo & Crespo (2009) enfatizam dizendo que o que se deve considerar é a eficácia da educação científica e ela não se baseia no que ensinamos, sobretudo, torna-se efetiva pelo o que o aluno aprende. Portanto, “é necessário que as metas, os conteúdos e os métodos de ensino da ciência levem em consideração não apenas o saber disciplinar que deve ser ensinado, mas também as características dos alunos a quem esse ensino vai dirigido e as demandas sociais e educacionais que esse ensino deve satisfazer” (p.27).

Na última questão perguntamos se eles conseguiram identificar alguma relação existente entre os estados físicos da matéria e o seu cotidiano, obtivemos as seguintes respostas:

**A1:** Muita, eu a uso, por exemplo, na hora de cozinhar. Quando uma panela de pressão está no fogo cozinhando o feijão, a mesma está acontecendo uma mudança de estado, pois a temperatura e a pressão aumentam (*sic*).

**A3:** tudo o que fazemos tem um pouco dos estados físicos, na hora de cozinhar, a água passa para outro estado físico e se torna gasosa.

**A8:** na hora de lavar roupa a luz do sol faz ela secar (*sic*).

**A12:** A água na geladeira fica gelada e se colocar no refrigerador ela forma o gelo.

Nas respostas dos alunos, percebemos que eles já conseguem relacionar as variáveis temperatura e pressão com as mudanças de fases da água. No início, foi difícil levá-los a entender que as mudanças de estado físico de uma substância estavam diretamente relacionadas a fatores externos, responsáveis pelas alterações no sistema.

### 3.3.4 A simulação através do *PhET*

Nota-se que as tecnologias já estão integradas na vida social e cultural dos estudantes e é dever da escola oportunizar aos mesmos a terem acesso a esses recursos que se encontram disponíveis nas instituições públicas estaduais, mas são pouco usadas como recurso didático e tampouco inseridas nos planejamentos bimestrais, com o intuito de melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem.

A organização dos alunos no LI se deu de maneira tranqüila. Disseram ser esta a primeira vez que entravam no laboratório de informática e que nem sabiam que os computadores funcionavam e que poderia ser usado pelos professores para dinamizar suas aulas, como expresso nas falas abaixo:

Professora, eu nunca entrei nessa sala antes. Eu nem sabia que aqui tinha computador e que a gente podia usar. [...] Nem eu, eu pensava que era só para o curso de informática; [...] primeira vez que entro aqui.

É importante que as instituições de ensino ofereçam o mínimo de estrutura física para atender as necessidades sociais, cognitivas e motoras dos alunos para que o aprendizado seja efetivo e, sobretudo, de qualidade. Neste ponto, podemos dizer que a escola pesquisada possui esses espaços físicos que podem ser usados para melhorar a qualidade do ensino e o nível de aprendizagem dos alunos. No entanto, entendemos que falta comprometimento de todos os envolvidos no processo educativo para usar a máquina pública na formação cidadã dos alunos em benefício da sociedade.

Antes da utilização do *software* de simulação *PhET Estados Físicos da Matéria*, os alunos tiveram todos os conceitos ensinados por meio de aula explanatória e contextualizada, seguido da resolução de uma atividade de caráter investigativo para que os mesmos pudessem estimular as suas capacidades intelectuais. Durante a apresentação do simulador (figura 5), os alunos se mantiveram atentos e bem ansiosos para terem a primeira aula de Química usando o computador.

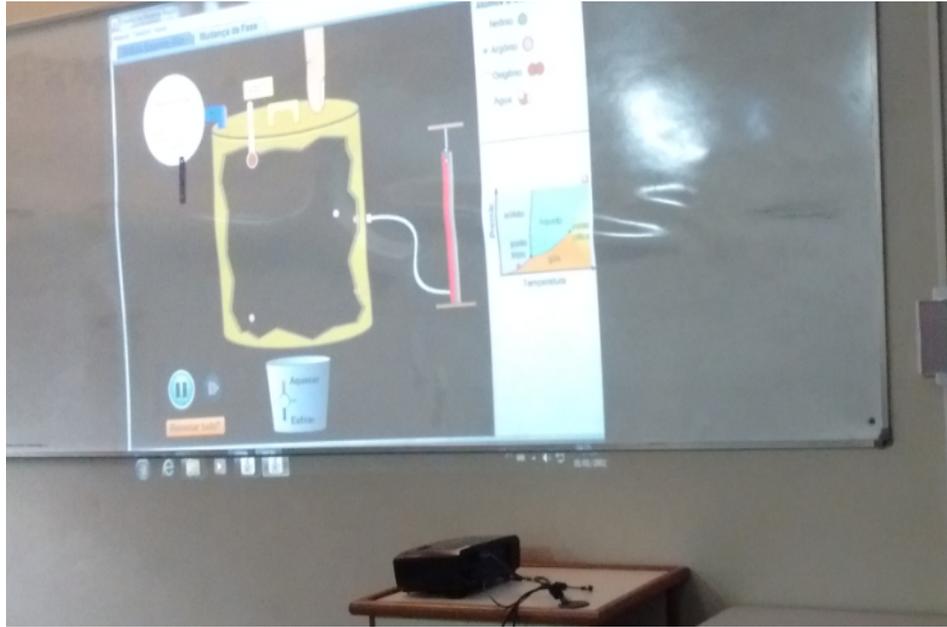


Figura 5: Apresentação do Simulador *PhET Estados da Matéria*.

Fonte: Arquivos do Autor.

No desenvolver da aula comprovamos que os alunos tinham bom domínio e habilidade no uso da ferramenta computacional, comprovando a resposta dada a questão 12 do questionário diagnóstico discutido na seção anterior. Os alunos interagiram facilmente com o simulador, e com exceção de duas alunas que pediram para fazer a atividade em dupla por não ter habilidade no manuseio do computador, os demais não apresentaram qualquer dificuldade, acompanhando o tutorial normalmente respondendo as questões de investigação referente ao conteúdo. A figura 6 mostra o momento que os alunos faziam a simulação, anotavam e respondiam as questões propostas para avaliação do uso do simulador.

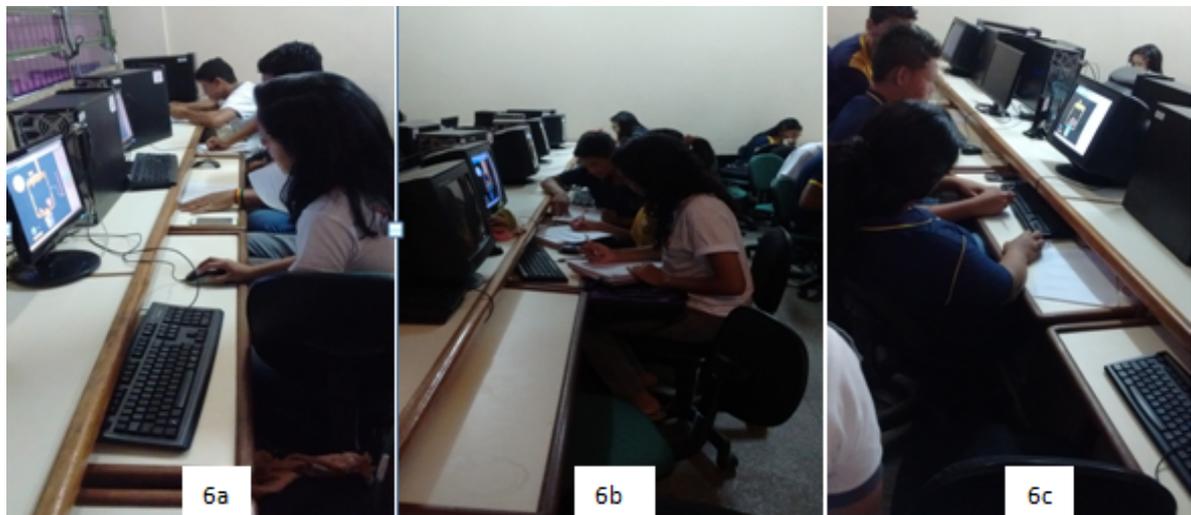


Figura 6: Aula prática no LI - Simulação *PhET Estados da Matéria*

Fonte: Silva *et al.* (2016)

Na questão 1 (APÊNDICE F) os alunos foram perguntados se, ao aquecer as partículas sólidas no sistema fechado, se haveria alteração no estado físico da matéria e de que maneira a pressão influencia no processo. Abaixo, segue a resposta dos alunos A6 e A7:

**A6:** Elas perdem energia e passam para o estado líquido e ao aumentar a pressão, a temperatura diminui e o átomo perde a energia e entra para o estado gasoso (*sic*).

**A7:** Ao aquecer as partículas a pressão é aumentada e elas ficam muito agitadas conforme a gente aquece elas (*sic*).

Identificou-se na resposta do aluno A6 uma confusão conceitual, pois na pergunta afirmamos que as partículas são aquecidas. Isso implica dizer que a temperatura aumenta e, conseqüentemente, a pressão também é aumentada, e não o inverso como afirmou o aluno. A resposta esperada/adequada para o fenômeno físico em discussão seria de que se o sistema é aquecido, logo, acarreta no aumento da temperatura e, conseqüentemente, da pressão das partículas/moléculas. Isso implicaria na mudança do estado sólido para o estado líquido e, posteriormente, para o gasoso.

A resposta dos alunos A5 e A12 ficaram dentro do que consideramos esperada/adequada, pois as relações conceituais foram feitas corretamente, como descrito:

**A5:** Quando aumentamos a temperatura do estado sólido, ela passa para o estado líquido e a pressão é aumentada.

**A12:** Ao aquecer o estado sólido as partículas começam a vibrar com intensidade e se agitam. A pressão é aumentada.

Observou-se que ambos os alunos já conseguem identificar a relação existente entre as variáveis temperatura e pressão na mudança de estado físico da matéria, mostrando que a simulação virtual se bem articulada e planejada sinalizam resultados significativos na aprendizagem dos conceitos químicos, especialmente, dos fenômenos microscópicos de difícil visualização.

Por meio da simulação os alunos acompanharam as alterações provocadas pelo efeito das variáveis externas no sistema, o que também favorece melhor compreensão dos fenômenos. Na segunda e última questão, pedimos para que os alunos descrevessem o

comportamento da partícula/molécula no estado gasoso ao sofrer resfriamento, a resposta dos alunos A7 e A12 foram:

**A7:** Ocorre quando as partículas sofrem o resfriamento a temperatura fica muito baixa chega a  $0^{\circ}\text{C}$ , as partículas ficam todas juntas e quietas sem se mexer (*sic*).

**A12:** O estado gasoso ao se resfriar, as partículas começam a se movimentar com pouca agitação, quanto mais aumenta o resfriamento, as partículas vão se juntando até ficarem com pouca agitação (*sic*).

Pôde-se notar que A7 encontrou dificuldade no uso dos conceitos científicos adequados para descrever as partículas no estado sólido e a resposta foi menos sistemática. Contrariamente, o A12 foi mais pontual em descrever o resfriamento das partículas e usou com mais apropriação os conceitos científicos do fenômeno físico.

Durante os encontros, a aluna A7 demonstrou interesse e vontade de aprender. Sempre que tinha dúvidas questionava. As perguntas voltavam-se sempre para as questões conceituais, além da dificuldade em expressar através da linguagem escrita o seu entendimento sobre o fenômeno observado. Diferentemente, o aluno A12 sentia menos dificuldade em integrar os conceitos aprendidos nos encontros expositivos, descrevendo com maior precisão as observações feitas durante a simulação.

Alguns alunos que não mostravam evolução conceitual ou não conseguiram entender a relação existente entre as variáveis temperatura e pressão no decorrer das aulas, se deve a pouca frequência desses durante a realização da oficina. Os resultados foram satisfatórios quanto à assimilação e aprendizagem do conteúdo estados físicos da matéria por meio do simulador.

Concluiu-se que a abordagem por meio do *software* de simulação *PhET Estados Físicos da Matéria* foi promissora na aprendizagem dos conceitos estudados pelos alunos. A simulação oportunizou aos alunos a aproximação do fenômeno por meio dos modelos visuais, descrevendo os movimentos e interações que aconteciam entre os átomos e moléculas das substâncias observadas à medida que sofriam alterações na temperatura e/ou pressão do sistema. A visualização em escala macroscópica do fenômeno e o certo caráter lúdico atribuído aos modelos representativos das substâncias chamaram a atenção e despertou a curiosidade dos alunos, que brincavam ao passo que aprendiam.

### 3.3.5 Experimento: Mudança de Estado Físico da Naftalina

A atividade experimental aconteceu no décimo primeiro encontro no refeitório da escola, área aberta e ventilada. Compareceram apenas onze alunos. A realização da atividade prática experimental aconteceu no refeitório, espaço aberto e arejado da escola, por não ter sido possível o uso do laboratório de Ciências por questões alheias ao nosso conhecimento. No entanto, foram cedidos os materiais básicos (tripé, tela de amianto, vidro de relógio e béquer) para que a atividade se realizasse.

Dividimos os alunos em duas equipes, sendo uma de cinco e a outra de seis pessoas. Inicialmente, os materiais e reagentes necessários a serem utilizados foram colocados sobre a mesa (em substituição à bancada) (Figura 7a e 7b), e em seguida colocado o álcool no fogareiro doméstico (Figura 7c), conforme mostrado na figura 7, a seguir.

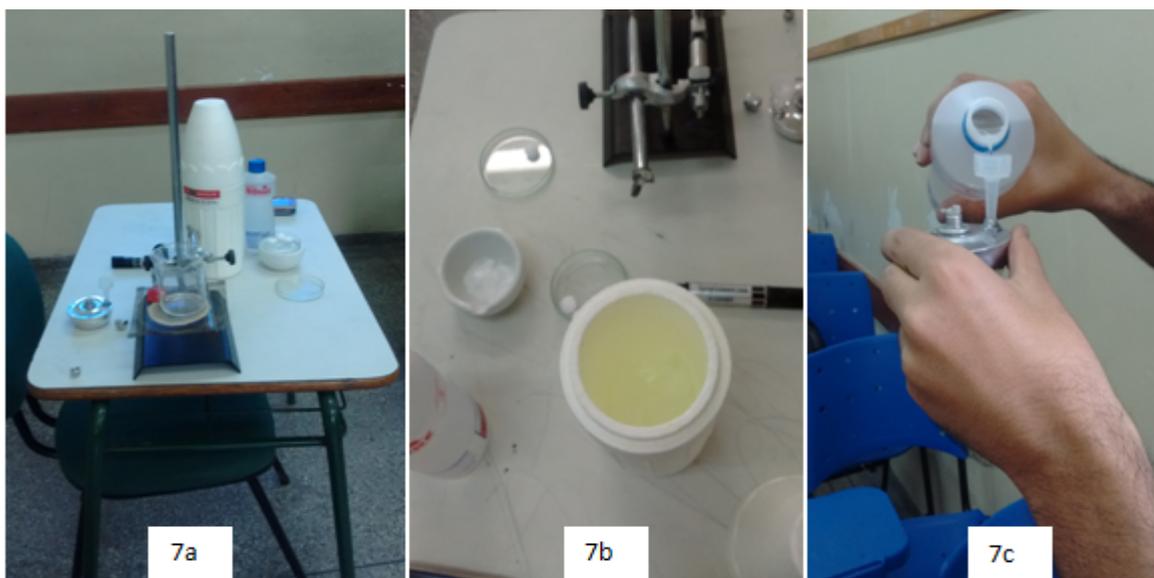


Figura 7: Materiais e Reagentes Utilizados na Atividade Experimental.

Fonte: Arquivos do Autor.

Os alunos compartilharam os materiais e reagentes trazidos por eles e todos ajudaram na improvisação dos equipamentos necessários para aquecer a naftalina. Montamos um tripé com dois suportes universais e substituímos o bico de bunsen pelo fogareiro com álcool. Este momento de participação, de ajuda mútua, de idéias e colaboração foi muito importante, pois sentimos que os alunos contribuíram significativamente para que a atividade experimental

fosse realizada. Observamos que neste dia, os alunos presentes foram os mesmos que estiveram em todos os encontros anteriores.

A princípio, notamos certa desmotivação por não ser possível a realização da atividade experimental no laboratório de ciências e ao serem conduzidos para o refeitório, no caminho perguntavam:

Professora porque mesmo não podemos ir pro laboratório? Vai dar pra gente fazer o experimento lá? Como é que a gente vai fazer? Não dá mesmo pra gente ir pro laboratório?

No entanto, após a aparelhagem montada e de posse do roteiro da atividade experimental (APÊNDICE D), compreenderam que o laboratório de ciências era o local apropriado, mas não o único para que pudessemos realizar a atividade. A execução da mesma dependia unicamente do interesse e colaboração de todos. Os alunos seguiram a realização do experimento normalmente objetivando responder a pergunta de investigação constante no final do roteiro.

Durante a realização da atividade experimental, as equipes se mantiveram ao redor da mesa (figura 8a e 8b), e observavam atentamente cada mudança que acontecia na naftalina. As indagações giravam em torno de como fazer cada etapa do procedimento proposto no roteiro. Apesar do mesmo ter sido construído de maneira simples e de fácil compreensão, sentiam-se inseguros no manuseio dos instrumentos e reagentes. Neste momento, o professor mediava o processo apenas orientando suas ações e deixando que perdessem o medo de seguir sozinhos com o experimento.



Figura 8: Aula Experimental – Anotações e Observações.

Fonte: Arquivos do Autor .

No início do experimento, tentamos ligar o fogareiro á álcool só que o pavio não queimou, então, o sistema com a naftalina pulverizada foi aquecido na chama do isqueiro. Eles se mantiveram atentos e curiosos, conforme figura 9, para saber o que aconteceria com a naftalina. Interessante destacar que mesmo sabendo que o experimento referia-se a mudança de fases da naftalina, eles diziam “será que vai explodir”. Ao se tratar de atividade experimental é muito comum ouvirmos esta indagação, pois eles associam experimentação à explosão.

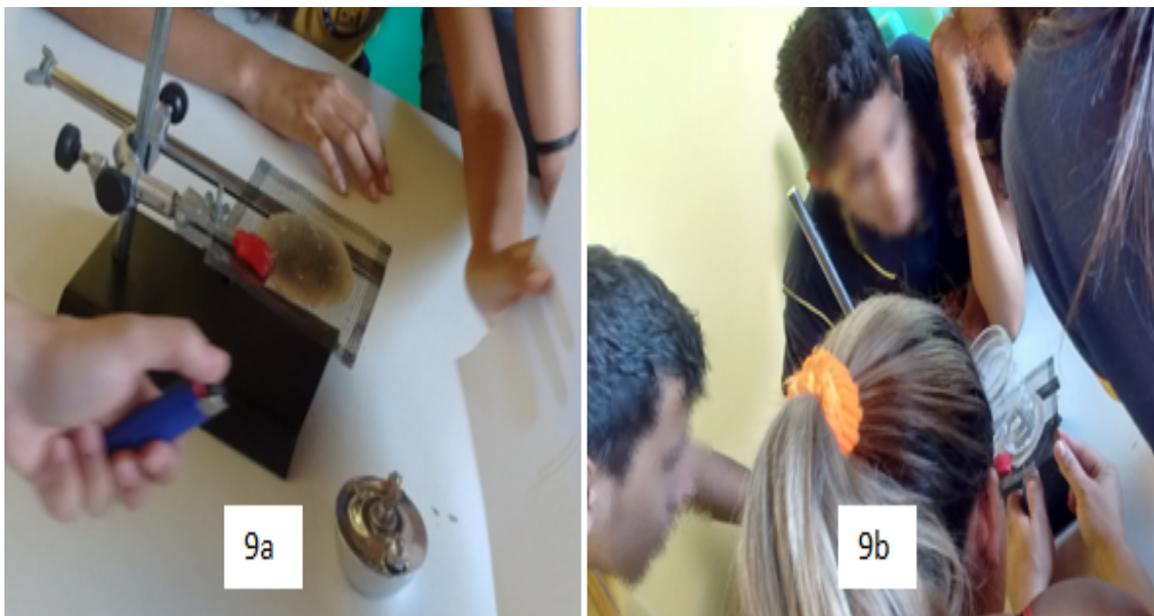


Figura 9: Montagem do Fogareiro.  
Fonte: Arquivos do Autor.

Assim que o sistema começou aquecer e as mudanças foram acontecendo, tudo os impressionavam. Quando toda a naftalina foi transformada, o sistema foi deixado em repouso por aproximadamente 5 minutos (figura 10a), sendo resfriado pelo cubo de gelo no vidro de relógio. Eles se mantiveram observando e fizeram suas anotações. Em seguida, retiraram o vidro de relógio (figura 10b), de cima do béquer, observavam e anotavam. Ao notarem que a parede interna do béquer estava branca e que no fundo do vidro de relógio (figura 10c), tinha formado cristais de naftalina decorrente do resfriamento, eles ficaram impressionados, a expressão era de surpresa e satisfação por observar que mesmo depois do aquecimento, sendo o sistema resfriado, a naftalina retornará para o estado sólido.

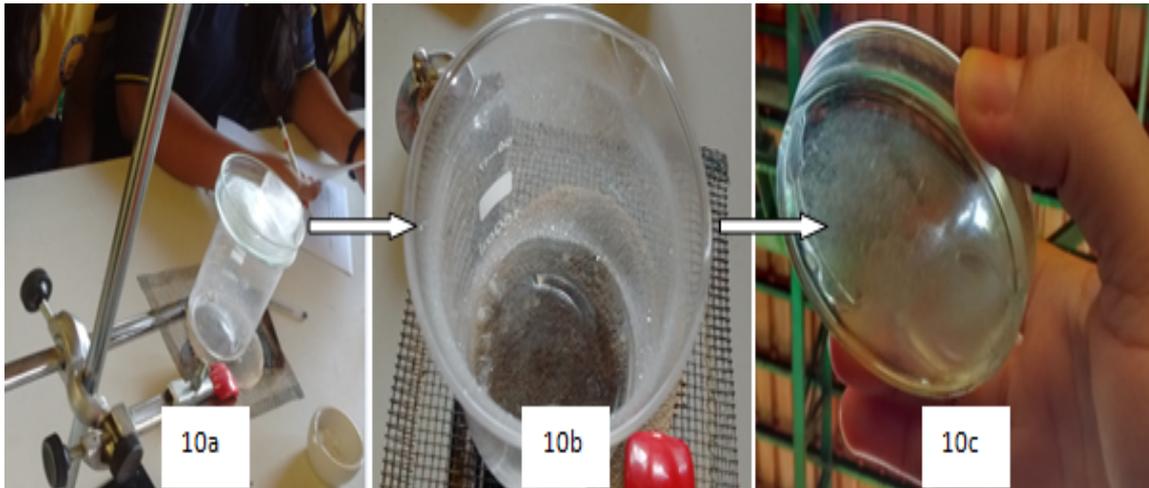


Figura 10: Mudança de Fase da Naftalina.  
Fonte: Arquivos do Autor.

Entre eles houve um momento de interação, descoberta, indagações e retirada de dúvidas. Em todos os momentos, pedimos para que as observações fossem além de sistematizadas, anotadas, no entanto, os alunos estavam muito envolvidos com a realização da atividade que acabaram se esquecendo de fazer suas anotações.

A realização da atividade experimental pelos alunos levou a turma a se mobilizar e trabalhar em equipe. Cada um queria contribuir de alguma maneira para a execução e notava-se o olhar curioso e a expectativa em saber que em algum momento poderiam ver algo novo acontecendo. Embora, soubessem que o objetivo do experimento era transformar a naftalina do estado sólido para o gasoso, isso não tornou o experimento menos importante e desinteressante de realizar, ao contrário, o fato de eles mesmos terem que ir atrás de cada material, procurar os reagentes foi instigante.

Após as observações, responderam a questão de investigação. Assim, ao serem perguntados sobre o que acontece com a naftalina antes e depois do aquecimento, obtivemos as seguintes respostas dos grupos G1 e G2, respectivamente:

**G1:** Ela passa pelos três estados físicos sólido, líquido e gasoso. A naftalina passou do sólido para o gasoso. Ao aquecer a naftalina ela passou para o líquido e depois que vai aquecendo ela passa do estado líquido para o gasoso. Com o resfriamento causado pelo gelo [referindo-se ao gelo que colocamos em cima do vidro de relógio], logo se passa para o estado sólido novamente, formando pequenos cristais.

**G2:** Colocamos a naftalina em um béquer onde está sobre uma tela de amianto apoiado em um suporte universal, onde o béquer está tampado com um vidro de relógio que foi aquecido com um isqueiro. Ao aquecer a naftalina ela entra em estado líquido e ao chegar numa certa temperatura e ao aquecer com o gelo colocado

no vidro de relógio que tampa o béquer ela entra em estado gasoso e cristaliza formando cristais sólidos. Ela passa pelas três fases. Os cristais sólidos foram formados pelo resfriamento.

Tanto o grupo 1 quanto o grupo 2 descreveram detalhadamente tudo o que tinham visto e da maneira como haviam compreendido. As respostas estiveram dentro do que chamamos na Química de “Relatório Final do Experimento”, contendo descrição da sequência de todas as etapas da atividade prática e o produto que surgiu na transformação. Os resultados apontaram que, de maneira sutil, houve desenvolvimento das capacidades cognitivas e científicas do aluno na atividade investigativa, no entanto, prevaleceram as explicações fenomenológicas com manifestação animista da matéria, devendo ser superados para que se alcance o verdadeiro espírito científico o qual “deve formar-se enquanto se forma” (Bachelard, 1996, pg. 29), em oposição aos fatos “coloridos e corriqueiros” que nada contribuem para a evolução da ciência.

### 3.4 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

A aplicação do conhecimento iniciou na décima segunda aula. Solicitou-se que revissem as perguntas formuladas na problematização inicial e usando os conhecimentos adquiridos, reelaborassem as perguntas com mais rigor e cientificidade. As perguntas estão descritas no quadro 5 a seguir:

<b>Unidade 03: Reconstrução dos Problemas</b>	
<b>CATEGORIAS</b>	<b>Problemas Reelaborados</b>
<b>Fenômeno Físico e Químico</b>	Qual a diferença entre fenômeno químico e físico? Que relação as mudanças tem com a temperatura e a pressão?
<b>Mudança de Estado Físico</b>	Como podemos saber o momento que ocorrem as mudanças de estados físicos da matéria?
<b>Efeito da Temperatura</b>	No ponto de ebulição, o que define a mudança de fase e por que as moléculas ficam muito agitadas quando aquecidas?
<b>Mudanças do Clima</b>	Qual a ligação entre as mudanças climáticas e o aquecimento global e sua relação com o estado físico da matéria?

Quadro 5: Reelaboração dos Problemas pelos Alunos

Fonte: Silva *et al.* (2016)

Observou-se que as perguntas apresentaram mais fluência e objetividade. Identificamos as palavras “relações”, “temperatura”, “pressão”, “moléculas” completando corretamente o sentido da pergunta. Os resultados mostraram que houve mudanças significativas na aprendizagem conceitual e cognitiva dos alunos, sendo perceptíveis tanto na linguagem escrita, como também na organização lógica do real sentido dos conceitos por eles estudados.

### 3.4.1 Avaliação da Abordagem Didática

Na última aula da oficina tivemos que dividir o tempo em dois momentos. No primeiro, aplicamos o questionário objetivando avaliar a abordagem didática e, no segundo, fizemos entrevista objetivando saber se de fato a abordagem didática contribuiu na aprendizagem dos mesmos. Dois alunos se disponibilizaram a fazer a entrevista.

#### 3.4.1.1 Questionário Avaliativo da Abordagem Didática (APÊNDICE G)

Para este questionário foi elaborado duas questões, simples e objetivas. Na questão 1 (APÊNDICE G), quando perguntou-se como eles avaliaram as aulas com o simulador e prática experimental na aprendizagem do conteúdo Estados Físicos da Matéria, obtivemos as seguintes escalas de categorias de respostas:

Unidade 04: Percepção dos Alunos sobre a Química	
Categorias	Resposta dos Alunos
Relação Teoria/Prática	As simulações e as práticas são muito melhor do que na teoria, aprendi muito mais e minha mente abriu pra esse universo da Química, que achei muito interessante (A1); [...] fez a gente tirar dúvidas que eu tinha e me fez adquirir mais conhecimento sobre o assunto (A5); Eu avalio como uma boa forma de compreender e entender mais sobre a matéria (A6).

Ampliação do Conhecimento	Conseguimos visualizar melhor, podemos compreender com uma facilidade imensa e imediata (A3); As aulas com o simulador me ajudaram muito a desenvolver o meu conhecimento [...] na aula prática me chamou muita atenção o estado físico da matéria (A4); [...] me fez entender muita coisa em questão que ocorre no final (resultado) (A7); Os dois ajudaram o que eu não sabia (A11).
---------------------------	--

Quadro 6: Escala de Categorias de Respostas.

Fonte: Resposta dos Alunos.

A análise dos resultados apontou que a abordagem didática, através da simulação virtual e experimentação, elucidaram muitas das dúvidas deixadas pelo método tradicional de ensino no processo de aprendizagem do conteúdo. A escola é o lugar onde deveria promover o desenvolvimento pleno dos alunos, no entanto, por manter cristalizado o modelo de instrução que tem como princípio norteador o ensino unilateral, desarticulado e monólogo, não desperta no aluno o interesse pelos conhecimentos químicos e tampouco mostra a presença deste na sua prática e vida diária.

Na sequência, foi perguntado se as ferramentas utilizadas na abordagem do conteúdo Estado da Matéria contribuíram de igual forma para a compreensão do assunto. Os alunos A1, A5, A7 e A9 responderam que as duas foram efetivas na aprendizagem dos conceitos:

**A1:** As duas ferramentas me influenciaram muito, ainda não tinha utilizado nenhuma das duas. Foi muito bom, aprendi bastante e compreendi melhor os estados da matéria.

**A5:** Os dois contribuiu (*sic*) para minha compreensão sobre o assunto porque o simulador fez entender o que a gente vai fazer na prática e na prática a gente aprende mais e atribui mais conhecimento sobre o assunto.

**A7:** Os dois porque tivemos chance de ver os experimentos de perto, podemos avaliar a questão de perto.

**A9:** No laboratório verifiquei que no aquecimento as partículas mudam conforme o calor e o resfriamento. A prática foi mais compreensiva, pois pude visualizar melhor a experiência.

O aluno A6, no entanto, considerou que o simulador foi mais efetivo na compreensão do conteúdo.

**A6:** O simulador me ajudou bastante a entender e aprender mais sobre o estado da matéria, me fez observar mais sobre a temperatura, a pressão e o volume.

Para os alunos A3 e A4 a prática experimental agregou mais conhecimento.

**A3:** A prática experimental ajudou melhor a compreender.

**A4:** [...], percebi como uma experiência é interessante.

Os resultados apontaram que o desenvolvimento das atividades contribuiu para agregar mais conhecimento ao assunto estudado. Os modelos dinâmicos observados na simulação aproximaram o aluno do que se pretende alcançar na aprendizagem dos conceitos químicos, que é abstração conceitual. Uma vez entendido o que acontece no interior das moléculas, a realização da atividade experimental para o aluno deixa de ser uma realização mecânica para tornar-se uma investigação, pois eles vêem nela a possibilidade de novas descobertas. Segundo Pozo & Crespo (2009) quando o aluno se envolve nas questões científicas, o interesse e a relevância pela ciência são aumentados, do contrário, acontece a desvalorização do saber.

#### 3.4.1.2 Entrevista (APÊNDICE H)

Após a aplicação do questionário para avaliação da abordagem didática, realizou-se a entrevista. Neste dia estiveram presentes na sala 11 alunos, dos quais dois se dispuseram a participar da entrevista. Entrevistamos ambos os alunos na sala de aula e pedimos que eles ficassem à vontade para responder a pergunta. Perguntou-se se eles haviam gostado da maneira como tinha sido abordado o conteúdo e o que de interessante cada ferramenta proporcionou na aprendizagem do mesmo. O aluno A7 tomou a iniciativa e respondeu primeiro, como segue na transcrição abaixo.

Eu gostei de tudo. Algo que me chamou atenção foi que fizemos algumas mudanças no estado físico da matéria, quando pegamos a naftalina e colocamos a naftalina dentro do béquer e acendemos o fogo e com a temperatura do fogo ela foi derretendo e se transformou em cubos cristalinos. Na simulação a gente ver os químicos dos estados físicos. A prática deu muito no que falar, pois fez eu ver coisas pequenas (referindo-se as partículas) fazer uma grande mudança no estado da matéria. O mais interessante foi que vi cada passo da matéria em ação (A7).

Na sequência, o aluno A4 deu continuidade:

Avalio como uma maneira excelente. Pude aprender melhor e com mais clareza o conteúdo ministrado em sala de aula, me fizeram entender muitos estados físicos que não sabia que poderia ocorrer. O simulador proporciona uma visão de aprendizagem que muitas vezes não temos ou não conseguimos observar (pausa) e a prática experimental também conseguimos melhor observar como cada procedimento é feito (A4).

Os resultados apontam que houve aprendizagem significativa do conteúdo e que a abordagem utilizada foi promissora, conduzindo os alunos ao processo de investigação, descoberta, reconhecimento e percepção do fenômeno, todos necessários para que os alunos pudessem tirar suas próprias conclusões sobre os conceitos assimilados. Observamos na resposta dos alunos que tanto a experimentação quanto a simulação contribuíram para enriquecer as aulas e facilitar a compreensão do fenômeno, elucidando muitas dúvidas sobre o conteúdo Estados Físicos da Matéria, além de oportunizá-los a ter contato com as representações simbólicas, micro e macroscópica das substâncias analisadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

A presente pesquisa buscou analisar as contribuições e potencialidades das abordagens didáticas da simulação virtual e prática experimental problematizadora na Química como princípio formativo no Ensino Médio. Os resultados mostraram que a estratégia utilizada nesta pesquisa contribuiu significativamente para o ensino-aprendizagem dos conceitos da Química. Os alunos se mostraram interessados e motivados a participar das atividades desenvolvidas na oficina, promovendo momentos de discussão e aprendizagem durante as aulas. Apesar de termos trabalhado com simulação virtual e experimentação, ressaltamos que nosso objetivo não é de comparar as duas abordagens, mas de descrever as interações dos estudantes com o conteúdo a fim de analisar seus níveis de aprendizagem.

Como os encontros da oficina foram separados de acordo com os momentos pedagógicos, podemos inferir que:

a) A **problematização inicial** foi o marco do desenvolvimento da pesquisa. O ponto culminante deste momento foi à elaboração de problemas (perguntas) pelos alunos que foram respondidos ao longo das aulas, e o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, sendo, portanto, o fio condutor dos outros momentos.

A elaboração de problemas pelos alunos mostrou-se como a atividade mais desafiadora da pesquisa, pois foi a primeira vez que passaram pela situação de ter que elaborar suas próprias perguntas. Este momento os levou a reflexão, silêncio e necessidade de aprendizagem. Observou-se que a construção de frases interrogativas não é uma prática na vida acadêmica dos alunos, comumente eles recebem tanto perguntas quanto respostas prontas, sem ter a chance de construir seu próprio conhecimento, facilidade esta que acaba por se tornar uma barreira na elaboração de problemas científicos.

b) A **organização do conhecimento** constituiu-se no momento mais intenso da pesquisa. Após a apropriação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo abordado, foi observado que os conceitos sobre os Estados Físicos da Matéria tinham sido ensinados de maneira fragmentada e reduzida. Para suprir esta falha, foi necessário promover um momento interdisciplinar para que os conceitos de calor, temperatura e pressão fossem aprofundados e estudados tanto sob o olhar da Química quanto da Física, objetivando dar maior clareza no entendimento e compreensão destes, facilitando a aprendizagem do fenômeno físico em questão. No convite a um professor de Física, os resultados foram promissores, pois a aula interdisciplinar chamou atenção dos alunos que ficaram atentos à explicação e disseram ter gostado da maneira como foi conduzida a aula, sempre dialógica e participativa, onde eles puderam fazer perguntas e tirar dúvidas, sem medo de serem corrigidos.

Nesta etapa foram realizadas as atividades práticas: simulação virtual e experimentação. Considerou-se que ambas trouxeram bons resultados para este trabalho. Os alunos estavam empolgados para poder realizar as duas atividades, pois não sabiam o que era uma simulação e não tinham tido nenhuma aula prática participativa, somente demonstrativa. Neste sentido, a execução das atividades por eles foi incentivadora, levando-os a colaboração e participação, desenvolvendo o gosto pela disciplina.

A visualização das partículas por meio do simulador chamou a atenção dos alunos que não se cansavam de repetir os comandos e ver o movimento dos átomos e moléculas. Essa atividade foi gratificante tanto para os alunos quanto para mim, enquanto pesquisadora, pois vê-los se aproximar do conhecimento químico com curiosidade, vislumbrando cada interação que acontecia nos fez entender que todos os dias somos desafiados a mostrar o que de melhor tem na ciência e que as aulas não podem mais continuar sendo meras “oficinas de memorização”. Temos o dever como educadores sociais de estimular o espírito questionador e indagar dos alunos para que eles possam apreciar cada conteúdo estudado com qualidade de pesquisador, onde a teoria não prescindia da prática, mas que a práxis ratifique a teoria.

A análise do questionário avaliativo da abordagem didática nos permitiu inferir que a simulação enquanto ferramenta educacional foi promissora, pois além de mediar o conhecimento, trouxe para o mundo real os modelos dinâmicos das substâncias que não seriam possíveis de serem vistos na dimensão macroscópica. A atividade com o simulador contribuiu significativamente para a evolução conceitual e cognitiva dos alunos acerca do fenômeno estudado, servindo como modelo para interpretação de outras reações químicas.

Em contrapartida, observou-se que a atividade experimental despertou a colaboração mútua entre os alunos e durante toda a realização mantiveram-se atentos e curiosos com as mudanças que percebiam na naftalina. Timidamente as equipes iniciaram uma discussão sobre o que se formaria no final do experimento e cada um expressava a sua opinião, mostrando que é imprescindível dar a oportunidade aos alunos para construir suas próprias hipóteses, confrontar as respostas, pensar no que causa o surgimento do fenômeno e assim, tirar suas próprias conclusões, tornando-se o início inesgotável de uma curiosidade.

A análise do questionário de avaliação desta atividade mostrou que a experimentação não se afastou da experiência comum. A típica forma de observação primeira, onde o aluno lhe confere uma conclusão imediata e esta, é tida como única e verdadeira, ainda é um obstáculo na leitura e interpretação do fenômeno. Contudo, as respostas estiveram dentro do que se considerou aceitável neste trabalho, pois, seria um absurdo que diante do conteúdo totalmente fragmentado e desarticulado ensinado para os alunos, se conseguisse em tão pouco tempo, transformar uma mentalidade condicionada a aceitar o acabado, vindo a pensar e agir cientificamente sobre o fenômeno nunca visto antes. Contudo, a realização da atividade mostrou-se como um ponto de partida para que os alunos começassem a se afastar da experiência primeira, presente na vida cotidiana dos alunos.

c) Na **aplicação do conhecimento**, a análise da atividade indicou que houve evolução conceitual e maior rigor na elaboração dos problemas, no entanto, ainda existem muitas lacunas no conhecimento a serem superadas, muitas dúvidas a serem respondidas e as dificuldades de grandeza conceitual carecem ser trabalhadas rotineiramente pelos professores para que de fato, os alunos apropriem-se dos conhecimentos científicos e tornem a aprendizagem mais significativa.

Como atividade final dos momentos pedagógicos, aplicou-se um questionário objetivando avaliar a abordagem didática desenvolvida e entrevistamos dois alunos para sabermos se eles haviam gostado da maneira como tinha sido trabalhado o conteúdo e o que de mais interessante cada ferramenta oferecia. Os resultados foram significativos, sendo a abordagem utilizada factível como estratégia didática de ensino-aprendizagem da Química. Percebeu-se nas declarações dos alunos que prevalece a visão empirista do experimento, devendo ser vencida, pois o experimento só é significativo se conduzir a investigação, discussão, reflexão, do contrário, não promove a aprendizagem dos conceitos científicos.

Dentre as potencialidades da abordagem, destacou-se o fato de ser realizável em qualquer escola da rede pública de Manaus, pois as mesmas estão dotadas de LI e LC não

gerando nenhum custo adicional à instituição de ensino. Outro ponto positivo reside na versatilidade das atividades, tornando possível a visualização do fenômeno nas dimensões simbólica, microscópica e macroscópica, saindo do plano concreto para o abstrato, ou seja, do real para a abstração, “via psicológica normal do pensamento científico (BACHELARD, 1996, p. 11). Os três momentos pedagógicos foram promissores, promovendo de maneira sistemática a reconstrução do conhecimento dos alunos, assim garantindo que os objetivos fossem alcançados satisfatoriamente.

Durante as etapas de desenvolvimento dos momentos pedagógicos respeitou-se a participação dos alunos que puderam expressar suas ideias, criar momentos de reflexão e diálogo, dar sugestão quanto à maneira como gostariam que as aulas fossem realizadas e, sobretudo, realizar as atividades práticas. Tal ação foi motivadora para eles, que se reconheceram como sujeitos do processo de ensino e aprendizagem ao fazer parte das tomadas de decisões e discussão sobre o assunto pesquisado respeitando a individualidade de cada um e o contexto sócio e cultural o qual estão inseridos.

Dada a complexidade do problema apresentado no trabalho, a abordagem aplicada foi factível no ensino-aprendizagem do conteúdo Estados Físicos da Matéria, pois iniciou-se mesmo que de maneira sutil, o processo de desenvolvimento das habilidades cognitivas dos alunos, ensinando mais que conceitos, sobretudo, a pensar, a investigar, a construir seus próprios problemas e encontrar solução para os mesmos, respeitando a diversidade cultural, valorizando o conhecimento dos estudantes através de momentos totalmente dialógico. Apontou-se como fragilidade do processo o fator tempo, limitando as explicações e as atividades, o número variado de alunos nas aulas, o qual impediu o percurso normal da oficina. Antes do questionário diagnóstico, pensava-se que o uso do computador seria um ponto frágil do trabalho, no entanto, os sujeitos desta pesquisa mostraram-se familiarizados com a máquina. E embora não tivessem conhecimentos científicos aprofundados acerca do tema explorado, os alunos mostraram interesse em realizar as atividades práticas.

É fato que os problemas da educação não são fáceis de serem resolvidos. É sabido que o rompimento com o modelo de ensino vigente é um processo gradual, que requer paciência, comprometimento, discussão e muita reflexão. Diante disso, acredita-se que o professor deva ser mais atuante e tome a iniciativa de apropriar-se dos novos modelos de ensino e metodologias didáticas e pedagógicas que conduzam à aprendizagem por meio do ensino de qualidade. Portanto, quando o sentimento de ser sujeito da produção do saber o convença de que ensinar não é transferir conhecimentos, mas o de criar possibilidades para que se produza ou se construa (FREIRE, 2011) passará a acompanhar as mudanças

pertinentes nos novos paradigmas da educação, ensinando para que os aprendizes do conhecimento repliquem o saber recebido, pois quem ensina aprende e vice-versa, sem a ação transformadora não faz sentido falar de educação.

Como primeiro produto da divulgação externa deste trabalho, produziu-se um artigo intitulado “A Abordagem didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação”, aceito no Workshop de Informática na Escola – WIE, SBC, tendo Qualis B na Computação, na modalidade artigo completo, detalhado no Apêndice A.

Por fim, pode-se dizer que este trabalho foi significativo e apresentou muitas contribuições, apontando falhas no processo de realização, como o aprofundamento e detalhamento dos conceitos, tidos como básicos pelos alunos, em contrapartida, nos fez enxergar a necessidade de desfragmentar os conteúdos ensinados de maneira resumida e em forma de equações para os mesmos, apresentando-se como obstáculo na aprendizagem dos conceitos da Química. Como análise das contribuições da pesquisa em si, pode-se dizer que cada momento pedagógico contribui de maneira singular, atendendo o objetivo proposto no trabalho.

Com os resultados obtidos neste trabalho, além dos conhecimentos adquiridos no desenvolvimento deste estudo, sugere-se como trabalhos futuros: Disseminar a abordagem didática proposta nesta dissertação nas escolas da rede estadual de ensino, com apoio da Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino (SEDUC), por meio de oficinas, as potencialidades da abordagem no Ensino Básico, com adaptações para as demais ciências; Verificar o desempenho escolar dos alunos após aplicação de novas ferramentas didáticas e metodologias de ensino na aprendizagem dos conteúdos de Química; e por fim, propor que seja inserido no planejamento bimestral do professor atividades de caráter investigativo no ensino da Química, como forma de incentivar as Pesquisas em Ensino de Química no Ensino Básico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SESu, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. MEC, SEB, DICEI, 2013.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, p. 7-37, 1996.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3. reimp. Lisboa: Edições, v. 70. 2011.

BERTOLINI, Camila Takemoto. et al. **Laboratório Virtual Interativo para Reprodução de Experimentos de Química através de Dispositivos Móveis**. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Vol. 24, No. 1, p. 285, 2013.

BINSFELD, Silvia Cristina; AUTH, Milton Antonio. **A Experimentação no Ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 1994.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COLL, C.; SOLÉ, I. **Os professores e a concepção construtivista** in: O construtivismo na sala de aula. Trad. Claudia Schilling São Paulo: Ática, 2009.

COX, K. K. **Informática na Educação Escolar**. 2ª ed. – Campinas, SP: Autores Associados. – (Coleção polêmicas do nosso tempo, 87), 2008.

DA ROCHA, F.; Anita Maria; CASTRO, F. S. **Ambiente de Ensino de Química Orgânica Baseado em Gamificação**. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Vol. 24. No. 1. 2013.

DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e Problematisações**. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: ED. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André.; PERNAMBUCO, Maria Marta. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira; PORTO, Paulo Alves. **A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química**. Quim. Nova, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

FIALHO, Neusa Nogueira; MATOS, Elizete Lucia Moreira. **A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando softwares educacionais**. 2010.

FRANCISCO JR, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. **Experimentação Problematisadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências**. Química Nova na Escola, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 17, 2011.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 53ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREITAS FILHO, J. R. de; CELESTINO, R. M. C. S. **Investigação da construção do conceito de reação química a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais**. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, Vol. 15 (1), 2010.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química nova na escola, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

\_\_\_\_\_. **Experimentação por simulação**. Textos LAPEQ, São Paulo, n. 8, p. 89-142, 2003.

\_\_\_\_\_. (2015). **Análise e Reflexões sobre os Artigos de Educação em Química e Multimídia Publicados entre 2005 e 2014**.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**. Química Nova na Escola, São Paulo, v.31, nº3, 2011.

[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry/). Acessado em: 03/06/16.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. In: Fundamentos da metodologia científica. Altas, 2010.

MENDES, Abinadabis Parentes; SANTANA, Genilson Pereira; PESSOA JUNIOR, Erasmo Sérgio Ferreira. **O Uso do Software PhET como Ferramenta para o Ensino de Balanceamento de Reação Química**. Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v. 8, n. 16, 2015.

MOORE, Emily. B.; PERKINS, Katherine K. **Awakening Dialogues - Advancing Science Education Research Practices and Policies**. Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching, Annual International Conference. National Association for Research in Science Teaching, 2014.

MORAES, Roque. **Análise de Conteúdo**. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORTIMER, Eduardo Fleury et al. **A Pesquisa em Ensino de Química na QNEsc: uma análise de 2005 a 2014**, 2015.

PASSINATO, Cris. **Pesquisas de Química**, 19 de jul.2008. Disponível em: <https://crisspassinato.com/2008/07/19/programas-sofware-de-quimica/>. Acesso em: 12 de jul. 2016.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel Gomez. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

QUEIROZ, Salete Linhares; DE ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro. **Do Fazer ao Compreender Ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química**. Ciência & Educação, Bauru, v. 10, n. 1, 2004.

RAMOS, Saulo ; PIMENTEL, Edson P. **VirtuaLabQ - Ambiente Gamificado para a Prática Experimental de Transformações Químicas**. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Vol. 26. No. 1, 2015.

RIBEIRO, Angela A.; GRECA, Ilena M. **Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: uma revisão de literatura publicada**. Química Nova, v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

ROCHA, Sinara Socorro Duarte. **O uso do Computador na Educação: a Informática Educativa**. Revista Espaço Acadêmico 85, 2008.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas**. Química Nova, v. 25, n. supl 1, p. 14-24, 2002.

\_\_\_\_\_. **A Pesquisa no Ensino de Química e a Importância da Química Nova na Escola**, Química Nova na Escola, n. 20, p. 49-54, 2004.

GEWANDSZNAJDER, Fernando; ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais**. São Paulo: Pioneira, 1998.

SILVA, Gerla Myrcea Lima da; NETTO, José Francisco de Magalhães; SILVA, Henriques de Souza. **A abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação.** XXII Workshop de Informática na Escola - WIE, 2016.

SILVA, Any C. R.; NABOZNY, Bianca C.; FREIRE, Leila I. F. **Software do Tipo Simulador e os Conteúdos de Química.** VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2013.

SOARES, Alessandro Cury; SILVEIRA, Luis Felipe; NUNES, Paula. **Simulações Virtuais em Química.** Educação, Ciência e Cultura, v. 18, n. 2, p. p. 131-148, 2014.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na educação.** São Paulo: Érica, 2001.

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências.** Ciências & Cognição. Rio de Janeiro, Vol 13: 94-100, 2008.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** In: Metodologia da pesquisa-ação. Cortez, 2011.

VALENTE, José Armando. **Diferentes Usos do Computador na Educação. Computadores e Conhecimento:** repensando a educação: 1-23, 1993.

\_\_\_\_\_. **O Uso Inteligente do Computador na Educação.** Revista Pátio, v. 1, p. 19-21, 1997.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A

### Artigo Científico Produzido durante o Mestrado

Abaixo, consta o artigo científico completo produzido no decorrer do Mestrado, sendo aceito para publicação.

Silva, G.M.L., Netto, J. F., Silva, R. G., Souza, R.H. A abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação. (Submetido para o XXII Workshop de Informática na Escola).

#### **A Abordagem Didática da Simulação Virtual no Ensino da Química: Um Olhar para os Novos Paradigmas da Educação.**

**Gerla Myrcea Lima da Silva<sup>1</sup>, José Francisco de Magalhães Netto<sup>1</sup>, Renato Henriques de Souza<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGCIEM –  
Universidade Federal do Amazonas – Manaus – AM – Brasil

[gerlamyrcea@gmail.com](mailto:gerlamyrcea@gmail.com), [jnetto@icomp.ufam.edu.br](mailto:jnetto@icomp.ufam.edu.br), [renatohsouza@gmail.com](mailto:renatohsouza@gmail.com)

**Abstract.** *The difficulties of learning chemistry have meant that teachers seek the new educational and methodological alternative responses to change this situation. We used the PhET simulation software with the aim of developing cognition students regarding the interactions occurring in the microscopic particles from substances facilitating the understanding of the chemical content, in particular the state of matter. The research took place in a public school in Manaus, a class of first year of high school. The data obtained from observation and questionnaire were treated following the content analysis. The simulation was effective in learning the content studied.*

**Resumo.** *As dificuldades de aprendizagem da Química têm feito com que professores busquem nas novas alternativas didáticas e metodológicas respostas para mudar essa situação. Utilizou-se o software de simulação PhET com o objetivo de desenvolver a cognição dos alunos no que se refere as interações que ocorrem nas partículas microscópicas das substâncias, facilitando a compreensão dos conteúdos de Química, em particular, dos estados físicos da matéria. A pesquisa*

*aconteceu numa escola da rede pública de Manaus, numa turma de primeiro ano do Ensino Médio. Os dados obtidos da observação e questionário foram tratados seguindo a Análise de Conteúdo. A simulação mostrou-se eficaz na aprendizagem do conteúdo estudado.*

## 1. Introdução

As pesquisas no ensino de Química, nas últimas décadas, têm mantido foco nos paradigmas emergentes da educação pautados na descoberta de novas abordagens e metodologias didáticas que dêem conta de minimizar ou superar as situações críticas de aprendizagem deixadas pelo método tradicional de ensino, os quais reduzem os conhecimentos químicos a teorias desarticuladas e sem quaisquer aproximações com o mundo real dos alunos.

Descontentes com os resultados de aprendizagem das ciências é que pesquisadores e educadores têm buscado nos aparatos educacionais uma forma de melhorar a qualidade do ensino. Neste sentido, entendemos que a integração da tecnologia contribui de maneira significativa para o alcance das metas educacionais propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN<sup>+</sup>) (Brasil 2006).

Os *softwares* de simulação virtual, em particular o *PhET*, surgem como uma estratégia diferenciada de ensino pelo fato de possuírem ferramentas de visualização que facilitam a superação dessas dificuldades (Mendes *et al.* 2015) sendo, portanto, produto das relações do homem com a sociedade em resposta aos novos paradigmas educacionais que objetivam superar as lacunas de aprendizagem deixadas pelo método tradicional de ensino. Dentre os pesquisadores que vem acompanhando tais mudanças citamos (Abreu *et al.* 2006, Carpenter 2016, Andrade *et al.* 2015).

Este artigo tem por objetivo aplicar a simulação virtual *PhET* e descrever as interações dos estudantes com a ferramenta na aprendizagem do conteúdo Estado Físico da Matéria.

O artigo está estruturado em 5 seções: Na seção 2, são descritos os trabalhos correlatos. Na seção 3, apresentamos o desenvolvimento metodológico. Na seção 4, descrevemos os resultados. E, por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais e trabalhos futuros.

## 2. Trabalhos Correlatos

Os primeiros softwares computacionais voltados para a Química foram direcionados para a área específica de físico-química, posteriormente, para as áreas de química orgânica e inorgânica. No entanto, somente no final dos anos 90 é que os softwares foram adaptados para atender não somente a pesquisa como também o ensino, servindo como instrumentos de metodologia (Ribeiro e Greca, 2003).

A utilização dos softwares de simulação pode ser concomitante com as aulas expositivas ou em detrimento das práticas laboratoriais, seja pela falta de equipamentos ou por não ter profissionais capacitados para atuarem no mesmo. As tecnologias não substituem os modelos consagrados de ensino, ao contrário, apresentam-se como ferramentas auxiliares em prol de aulas mais dinâmicas, complementando o que essas metodologias não conseguem alcançar em termos de visualização em tempo real do fenômeno abordado na sala de aula.

Muitos pesquisadores tem trabalhado a simulação virtual *PhET* objetivando melhorar o aproveitamento dos conteúdos de Química e aumentar a participação dos alunos nas aulas. Destacamos seu uso no balanceamento das equações químicas (*PhET* Balancing-chemical-equations) (Mendes *et al.* 2015), onde os resultados apontam para o fato de que o simulador promove mudanças na concepção de ciências pelo aluno, pois a estratégia favoreceu a

construção de conceitos microscópicos; na construção de moléculas (Moore 2014), facilitando a interpretação e formação das fórmulas químicas.

Bertolini *et. al* (2013) em suas considerações afirmam que a vantagem de usar as ferramentas de simulação no âmbito escolar está na facilidade de acesso e a fácil obtenção destes, pois, pode ser feita em qualquer hora e lugar, sem precisar de alguém para auxiliar, descartando riscos, além de favorecer a aprendizagem.

Os ambientes gamificados o qual têm despertado o interesse de professores e pesquisadores de Química. Com características de um jogo, ou seja, competir, desafiar, ganhar pontos, entre outros, é um game versátil prendendo a atenção dos alunos na busca por resolver determinadas atividades e assim ganhar recompensas, (da Rocha *et. al.* 2013; Ramos & Pimentel 2015). De acordo com as pesquisas realizadas pelos autores, as principais contribuições da gamificação estão no ranking disponível no final do jogo, exigindo maior concentração dos participantes nas tarefas executadas e no âmbito pedagógico contribuem para a aprendizagem dos conceitos.

Os resultados confirmam que por meio dos simuladores, o aluno é instigado à por em prática suas ideias, elaborando suas próprias conclusões, levando-os ao que se pretende no ensino que é aprender. Os critérios de aplicação devem satisfazer os objetivos propostos pelo professor, pois não podem substituir as atividades concretas por mais elaborado que seja o *software* em uso (Cox 2008). O fato de o computador se transformar de “máquina de ensinar” para ferramenta educacional (Valente 1993) revela que as tecnologias estão cada vez mais sendo aprimoradas para se tornarem recursos didáticos essenciais na educação.

Giordan (2015) faz lembrar que as escolas estão inseridas em diferentes contextos educacionais e tal fato é importante na escolha do software, que deve, sobretudo, levar em consideração as habilidades que o aluno possui. Por oferecer diversas maneiras de acesso aos fenômenos, é que seu uso precisa de ser cuidadosamente planejado e sua aplicação consciente. Portanto, o professor ao associar um software com finalidade educacional na sua metodologia de ensino, deve considerar a fundamentação teórico-pedagógica do mesmo, com o intuito de confirmar se de fato este atende aos objetivos propostos no seu plano de aula.

Devido as características didático e interativo do *PhET* é que fizemos uso dessa ferramenta no ensino dos estados físicos da matéria mostrando-nos resultados significativos no que se refere à redução das dificuldades de aprendizagem dos alunos na apropriação dos conhecimentos químicos e a aproximação com a Química. Uma das facilidades no uso do *PhET* está no contato com o objeto, os quais permite, por meio da situação-problema, responder questões levantadas pelo aluno a partir dos seus conhecimentos, valores e linguagens específicas, refletindo sobre suas ações e interpretações, levando-o a erros e acertos, sendo cauteloso na busca de respostas (Carvalho, 2013).

Em suma, as discussões acima não se encerram, pois elas são apenas expressões de um diálogo iniciado. No entanto, consideramos neste trabalho que os discursos dos autores são pertinentes, carecendo o exercício da curiosidade nas atividades que permeiam o ensino e que esta sendo satisfeita, instigue a necessidade de continuar, atribuindo assim mais rigor metódico aos resultados encontrados, além de validar as novas ferramentas didáticas tecnológicas no ensino-aprendizagem das ciências.

### **3 Desenvolvimento Metodológico**

O presente estudo foi realizado numa escola da Rede Pública do Estado do Amazonas, Zona Leste, numa turma de 1º ano do Ensino Médio com 23 alunos, Vespertino, idade entre 14 a 25 anos. O conteúdo abordado foi os Estados Físicos da Matéria. A coleta aconteceu nos meses

de setembro e outubro de 2015, 3h/a semanais, totalizando treze encontros. A pesquisa é qualitativa. Como técnica de coleta de dados, optou-se pela observação assistemática e questionário aberto. Assumimos a pesquisa-ação como norteadora das atividades. Os dados abstraídos da observação e questionários foram tratados segundo o instrumento de Análise de Conteúdo (Bardin 2011). Adotamos a metodologia dos momentos pedagógicos (Delizoicov *et al.* 2011) adaptada da abordagem de Paulo Freire, o qual consiste em dividir a atividade educativa em três momentos pedagógicos, a saber: **a) Problematização inicial** - Etapa que se apresentam as situações reais que os alunos conhecem e vivenciam; **b) Organização do conhecimento** - Compreende a sistematização dos conhecimentos descritos no tema e na problematização inicial e; **c) Aplicação do conhecimento** - Na aplicação do conhecimento, os conceitos adquiridos na organização do conhecimento são sistematizados, para posterior análise e interpretação.

### 3.1 A Simulação Virtual *PhET* Estados da Matéria (1.10)

A simulação virtual foi realizada pelos alunos que desenvolveram a atividade seguindo o tutorial fornecido para cada um deles. No material continha as questões de investigação e instruções para que fizessem observações sistemáticas e anotações da visualização. O simulador *PhET* (Figura 1) está disponível por meio do link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry), pode ser baixado livremente, versão em português. Além de simular experimentos e modelos químicos, o PhET também faz simulações de conteúdos da Física, Biologia, Ciências da Terra e da Matemática.

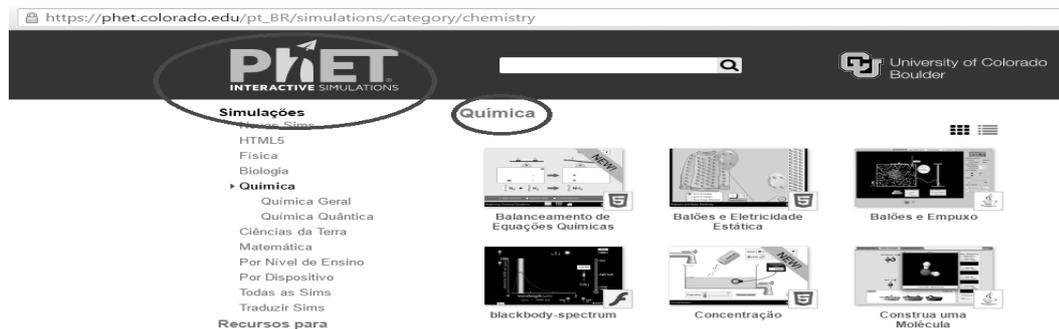
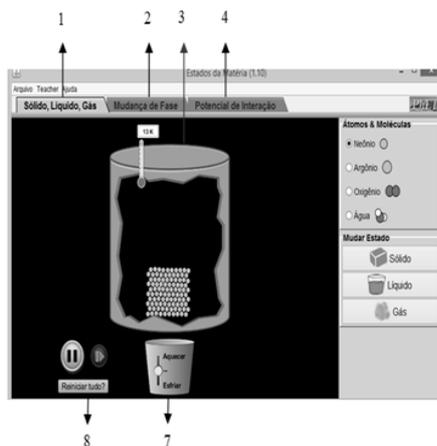


Figura 1: Tela inicial do *PhET* – Simulações químicas

Fonte: <http://phet.colorado.edu/>

Dentre as diversas simulações de Química, optamos pelo *PhET* “Estados da Matéria” (Figura 2) devido abordar de forma bastante didática e interativa, por meio das representações visuais, os conceitos inerentes necessários para a aprendizagem do conteúdo estados da matéria, não alcançados nas aulas expositivas, dificultando a compreensão do mesmo.



1. Aba “Sólido, Líquido, Gasoso”- inicia o experimento Estados da Matéria.
2. Aba “Mudança de Fase” – a simulação se dá com a influência da temperatura e da pressão.
3. Sistema aberto.
4. Aba “Potencial de Interação” – simula a interação entre a energia potencial e a distância entre os átomos.
5. Legenda “Átomos e Moléculas” – o usuário poderá escolher a partícula que quer visualizar na simulação.
6. Legenda “Mudar Estado” – possibilita o aluno escolher o estado físico que deseja visualizar.
7. Botão “aquecer” e “resfriar”.
8. Botão “Reiniciar” – à direita e “Pausa” – à esquerda.

## Figura 2: Tela inicial do simulador Estados da Matéria

Fonte: <http://phet.colorado.edu/>

### 4 Resultados e discussões

#### a) Problematização Inicial

Iniciamos a aula fazendo projeções de figuras com eventos do cotidiano, para que assim fizéssemos o levantamento dos “termos” ou conceitos que os alunos tinham a cerca do tema Estados Físicos da Matéria, relacionados ao tema de investigação. A contextualização seguiu o proposto nas Orientações Curriculares Nacionais (OCN) de forma que o conteúdo fosse desenvolvido não para tornar o conteúdo mais atraente ou mais fácil de ser assimilado, mas, oferecendo meios para que o aluno, a partir das suas vivencias, torne suas experiências como fonte inesgotável de conhecimento e aprendizado (Brasil 2006).

Os alunos apresentaram dificuldades em lembrar os conceitos estudados no 2º bimestre do ano letivo, além da falta de relação do conteúdo com o cotidiano. O levantamento dos conhecimentos prévios foi classificado nas categorias: conceito, mudança de fase e influência de fatores externos, conforme o Quadro 1.

**Quadro 1. Classificação dos “termos” ou Conceitos Atribuídos pelos Alunos**

Classificação	“Termo” ou Conceitos
Conceito	Como é a matéria; Sólido; Líquido; Gasoso
Mudança de Fase	Condensação; Saindo do estado sólido para o estado líquido; Liquefação; Descongelando; Derretendo; Vaporização
Influência de fatores externos	Temperatura; Calor; Abaixamento da temperatura; “decomposição da naftalina” na temperatura; Mudança de

Fonte: **Elaboração Própria**

Os resultados apontam a necessidade de reflexão por parte dos professores no que diz respeito à contextualização dos conhecimentos químicos e sua relação com o cotidiano para facilitar a aprendizagem dos conceitos químicos pelos alunos. É necessário que o professor supere essa forma de ensino dissociado da vida (Schnetzler 2004) e leve o aluno a ver que a química está associada a maior parte das situações do cotidiano.

A partir dos “termos” ou conceitos levantados, os alunos iniciaram a elaboração de “problemas”, objetivando serrespondidas durante a abordagem do conteúdo. A atividade proposta era nova para eles e até o presente momento nunca tinham sido convidados a formularem suas próprias perguntas e, conseqüentemente, buscar respostas para a solução das mesmas. Sem saber como iniciar o aluno A12 indagou: “*Mais eu nem sei como fazer uma pergunta. Eu não sei fazer essa coisa não!*” (A12).

Neste momento, a aluna A1 exclamou: “*Professora, eu mesmo tenho que elaborar a pergunta? Eu não sei como fazer isso, me ensine!*” (A1); A dificuldade de domínio da língua materna foi nítida. Infelizmente, nossa cultura não ensina a elaborar a “pergunta certa” com o intuito de desenvolver habilidades de raciocínio ou o ato de questionar dos alunos.

É preciso que os professores desafiem os alunos a olhar diferente às situações vivenciadas no cotidiano, pois, quando os alunos respondem a questões que são formuladas a partir dos seus conhecimentos, valores, práticas e linguagens, isso mostra que eles passaram a

ver as diversas situações que os cercam cientificamente, no entanto, é preciso que os estudantes sejam inseridos nesse universo, (Carvalho 2013). Os alunos formaram grupos e aos poucos foram se envolvendo e o diálogo sendo intensificado.

No Quadro 2 a seguir, estão listados na íntegra os problemas formulados pelos alunos.

**Quadro 2. Categorização das Perguntas Construídas Pelos Alunos**

CATEGORIAS	PROBLEMAS ELABORADOS
Fenômeno Físico e Químico	O que é um fenômeno químico e físico? Quando podemos saber quando está acontecendo as mudanças e quando é um fenômeno físico?
Mudança de Estado Físico	O que é fusão? Qual o nome se dá a mudança de um estado para o outro? E que existe alguma diferença qual é essa diferença?
Temperatura	Qual é o ponto de ebulição do líquido para gasoso? Quando uma panela está no fogo e a mesma esta fervendo o que acontece? Qual é o nome que podemos denominar essa fase? Quando botamos água para ferver em uma panela, o que faz ela muda para o estado gasoso?
Mudanças do Clima	Qual a ligação de estender roupa com estado físico e matéria? O que faz ocorrer as mudanças climáticas? O que o aquecimento global apresenta no estado físico da matéria?

**Fonte: Própria do Autor**

Nas quatro categorias de análise geradas observou-se que os alunos ainda não assimilaram conceitos básicos referentes ao conteúdo, além de apresentar dificuldades em relacionar o assunto com as observações feitas no cotidiano, como sua ocorrência e aplicação. A abordagem aplicada provocou uma mudança de atitude nos alunos, onde a forma como se comportavam no final de cada aula era totalmente diferente das que tinham inicialmente.

A análise dos resultados acima é o que chamamos de verdadeira motivação pela ciência, ou seja, a descoberta pelo interesse, pela aproximação com o mundo, das indagações sobre a estrutura e a natureza, o interesse em fazer perguntas e procurar as próprias respostas, importante no processo de construção e apropriação do conhecimento científico, no qual dependerá de como ele está aprendendo, ou seja, do tipo de atividade de ensino e aprendizagem que o aluno está envolvido, (Pozo & Crespo 2009).

#### **b) Organização do Conhecimento (Atividade com o Simulador *PhET*)**

Nesta etapa trabalhamos a interdisciplinaridade para tentarmos reduzir as lacunas conceituais de aprendizagem do conteúdo de estudo, levantado na problematização feita pelos alunos. Portanto, convidamos o professor da disciplina de Física do horário matutino para que, com seus conhecimentos e método de ensino pudesse contribuir para a aprendizagem do conteúdo estados físicos da matéria. A interdisciplinaridade oportunizou os alunos a compreenderem a dependência entre os conhecimentos das ciências química e física como ponto de partida para aprendizagem significativa dos conceitos estudados na sala de aula.

A educação interdisciplinar é um diálogo que acontece entre os diferentes saberes disciplinares mediando a (re) construção do conhecimento com a cultura científica de cada ciência, formas de abordagens e ações. Assim, a enculturação contextualizada na Química associada à interdisciplinaridade sólida suscita conhecimentos adquiridos do ser humano na

sua totalidade, a fim de ampliá-los em um novo contexto, marcado pelos paradigmas socioambiental (Brasil 2006).

Posteriormente, seguimos para o Laboratório de Informática, onde continuamos o conteúdo usando o simulador PhET. Devido às características didáticas do simulador de visualizar e interagir com as partículas microscópicas por meio dos modelos representativos, a abordagem usando esta ferramenta contribuiu significativamente para a aprendizagem do conteúdo constatado a partir do desenvolvimento cognitivo dos alunos observados na maneira como passaram a perceber, compreender e relacionar os conceitos a partir das interações realizadas pelo simulador.

Embora não tivessem tido contato com um software de simulação e o desuso do computador na escola, os alunos demonstraram na prática ter domínio e habilidade da ferramenta computacional, interagindo facilmente com o simulador, como mostrado na figura 1. Seguindo o tutorial respondiam as questões de investigação propostas.



**Figura 1. Uso do Simulador PhET**

**Fonte: Própria do Autor**

As tecnologias já estão integradas na vida social e cultural dos estudantes e é dever da escola oportunizar os alunos a terem acesso a esses recursos que ora encontram-se disponíveis nas instituições públicas estaduais, mas, são pouco usadas como recurso didático ou mesmo são inseridas nos planejamentos bimestrais com o intuito de melhorar a qualidade do ensino. Na questão 1, os alunos foram perguntados se ao aquecer as partículas sólidas num sistema fechado, haveria alteração no estado físico da matéria e de que maneira a pressão influenciara nesta mudança, o aluno A6 respondeu que *“elas perdem energia e passam para o estado líquido e ao aumentar a pressão, a temperatura diminui e o átomo perde a energia e entra para o estado gasoso”*.

Identificamos na resposta do aluno A6 uma confusão conceitual, pois na pergunta afirmamos que as partículas são aquecidas. Isso implica dizer que a temperatura aumenta e, conseqüentemente, a pressão também aumenta, e não o inverso como afirmou o aluno. A resposta esperada/adequada para o fenômeno físico em discussão seria de que se o sistema é aquecido, logo, acarreta no aumento da temperatura e conseqüentemente da pressão das partículas/moléculas, implicando, portanto, na mudança do estado sólido para o estado líquido e posteriormente para o gasoso. A resposta do aluno A12 está dentro do que consideramos esperado/adequado, pois as relações conceituais foram feitas corretamente, como descrito: *“Ao aquecer o estado sólido as partículas começam a vibrar com intensidade e se agitam. A pressão é aumentada”*. Quando bem articulado e planejado, os simuladores sinalizam resultados significativos na aprendizagem dos conceitos químicos, especialmente, dos fenômenos microscópicos de difícil visualização.

Na segunda e última questão pedimos para que os alunos descrevessem o comportamento da partícula/molécula no estado gasoso ao sofrer resfriamento. O aluno A12 respondeu que “*o estado gasoso ao se resfriar, as partículas começam a se movimentar com pouca agitação, quanto mais aumenta o resfriamento, as partículas vão se juntando até ficarem com pouca agitação*”. O aluno A12 foi bem pontual em descrever o resfriamento das partículas e usou com apropriação os conceitos científicos do fenômeno físico em questão, o que nos permite inferir que ele sentiu menos dificuldade em integrar os conceitos aprendidos na descrição do fenômeno simulado.

### c) Aplicação do Conhecimento

Solicitamos que os alunos reelaborassem as perguntas formuladas na problematização inicial usando os conhecimentos adquiridos nos encontros anteriores, reelaborando-as com maior rigor e cientificidade. As perguntas estão descritas no quadro 2 a seguir:

**Quadro 2: Reelaboração dos Problemas Iniciais**

CATEGORIAS	PROBLEMAS REELABORADOS
<b>Fenômeno Físico e Químico</b>	Qual a diferença entre fenômeno químico e físico? Que relação as mudanças tem com a temperatura e a pressão?
<b>Mudança de Estado Físico</b>	Como podemos saber o momento que ocorrem as mudanças de estados físicos da matéria?
<b>Efeito da Temperatura</b>	No ponto de ebulição, o que define a mudança de fase e por que as moléculas ficam muito agitadas quando aquecidas?
<b>Mudanças do Clima</b>	Qual a ligação entre as mudanças climáticas e o aquecimento global e sua relação com o estado físico da matéria?

**Fonte: Própria do Autor**

Observamos que as perguntas já apresentam mais rigor e objetividade. Identificamos as palavras “relações”, “temperatura”, “pressão”, “moléculas” completando corretamente o sentido da pergunta. Portanto, os resultados apontam que houve mudanças significativas na aprendizagem conceitual e cognitiva dos alunos, sendo perceptíveis tanto na linguagem escrita, como também na organização lógica do real sentido dos conceitos por eles estudados.

Nas respostas obtidas por meio do questionário de avaliação da abordagem usando a simulação virtual, os alunos responderam: “[...] *aprendi muito mais e minha mente abriu pra esse universo da química (A1)*”; “*Ótima, conseguimos visualizar melhor, podemos compreender com uma facilidade imensa e imediata (A3)*”; “*Eu avalio como uma boa forma de compreender e entender mais sobre a matéria (A6)*”.

Os resultados apontam que a abordagem usando o software de simulação virtual *PhET* mostrou-se como eficaz no ensino e aprendizagem dos conceitos químicos, pouco assimilados pelo método tradicional de ensino, o qual dificulta a construção dos modelos mentais necessários para o entendimento e compreensão das interações existentes entre as partículas, bem como a influência dos fatores externos.

## 5 Considerações finais e Trabalhos Futuros

A análise dos registros mostrou que a abordagem do tema por meio da simulação virtual foi bem aceita pelos alunos, pois, permitiu visualizar o fenômeno microscópico em tempo real a partir das interações existentes entre as partículas. A aprendizagem do conteúdo estados

físicos da matéria foi evidenciada ao longo dos encontros por meio dos exercícios avaliativos, levantamento de discussões e na maneira como descreviam o fenômeno usando os conhecimentos científicos aprendidos nas aulas.

Enquanto ferramenta de aprendizagem, a simulação virtual contribuiu significativamente com os modelos representativos dos fatores externos (temperatura e pressão) e interações das partículas para a assimilação e compreensão dos conceitos químicos dos estados físicos da matéria. Por suas características interativa, dinâmica e de fácil manipulação, a simulação virtual despertou a curiosidade e o interesse dos alunos que se divertiam enquanto aprendiam. O simulador PhET é bastante abrangente e oferecem simulações em todos os campos da Química, podendo ser utilizado em todas as séries do Ensino Médio.

Diante disso, como trabalho futuros pretendemos disseminar nas escolas da rede pública estadual de Manaus os resultados positivos que podem ser alcançados com o uso dos aparatos tecnológicos nas abordagens didáticas e metodológicas do ensino da Química, os quais despertam a curiosidade dos alunos e os motivam buscar suas próprias respostas para os problemas que surgem durante a investigação dos fenômenos. Com efeito, alcançaremos os profissionais envolvidos no processo educativo para que possam juntos repensar novas estratégias que culminem na aprendizagem significativa dos alunos, além de por em prática as propostas dos documentos oficiais da educação.

## Referências

- Andrade, B. A. et al. (2015) Big Bang: Uma Ferramenta para Auxiliar no Ensino-Aprendizagem da Classificação Periódica dos Elementos Químicos. Anais do XXI Congresso da SBC. **Workshop de Informática na Escola**. Campo Grande, MS, Brasil. 2006.
- Abreu, Marlon F., et al. (2006) Utilizando Objetos de Aprendizagem no processo de ensino e aprendizagem de química no ensino médio: o caso dos óxidos e da poluição atmosférica. Anais do XXVI Congresso da SBC. **WIE I XII Workshop de Informática na Escola**. Campo Grande, MS, Brasil.
- Bardin, L. (2011) **Análise de conteúdo**. 3. reimp. Lisboa: Edições, v. 70.
- Bertolini, C. T., Braga, J. C., Pimentel, E., & Ramos, S. (2013). Laboratório Virtual interativo para reprodução de experimentos de química através de dispositivos móveis. In **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. (Vol. 24, No. 1, p. 285).
- Brasil. SEB. (2006) **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB.
- Carpenter, Y.; Moore, E. B.; Perkins, K. K.(2016) Representations and Equations in an Interactive Simulation that Support Student Development in Balancing Chemical Equations.
- Carvalho, A. M. P. (2013) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning.
- Cox, K. K. (2008) **Informática na Educação Escolar**. 2<sup>a</sup> ed. –Campinas, SP: Autores Associados. – (Coleção polêmicas do nosso tempo, 87).
- da Silva, J., et al. (2015) Mudança Conceitual em Óptica Geométrica Facilitada Pelo Uso de TDIC. **Anais do Workshop de Informática na Escola**. Vol. 21. No. 1.

- da Rocha Fernandes, Anita Maria, and Fernando Santos Castro. "Ambiente de Ensino de Química Orgânica Baseado em Gamificação." **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Vol. 24. No. 1. 2013.
- Delizoicov, D. et al. (2011) **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez.
- Giordan, M. (2015). Análise e Reflexões sobre os Artigos de Educação em Química e Multimídia Publicados entre 2005 e 2014.
- [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry). Acessado em: 03/06/16.
- Mendes, A. P. et al. (2015) O Uso do Software PhET como Ferramenta para o Ensino de Balanceamento de Reação Química. **Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 8, n. 16.
- Moore, E. B., et al. (2014): Awakening Dialogues - Advancing Science Education Research Practices and Policies. Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching, **Annual International Conference**. National Association for Research in Science Teaching.
- Ramos, S.; Pimentel, E. P. (2015) "VirtuaLabQ Ambiente Gamificado para a Prática Experimental de Transformações Químicas." **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Vol. 26. No. 1.
- Ribeiro, A. A.; Greca, I. M. (2003) Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 542-549.
- Schnetzler, R. P. (2004) A Pesquisa no Ensino de Química e a Importância da Química Nova na Escola, **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54.
- Pozo, I.P.; Crespo, M. A. G.(2009) **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Valente, J.A. (1993) **Diferentes usos do computador na educação**. Computadores e Conhecimento: repensando a educação: 1-23.

# APÊNDICE B

## Questionário Diagnóstico

ESCOLA: \_\_\_\_\_

SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: (        ) F        (        ) M

IDADE: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_/\_\_/\_\_

1. Que tipo de escola você cursou o ensino fundamental II (5º ao 9º ano)?

- (        ) todo em escola pública  
 (        ) todo em escola particular  
 (        ) parte em escola pública e parte em escola particular

2. A maneira como a disciplina de Química é ministrada, desperta:

- (        ) Nenhum interesse  
 (        ) Pouco interesse  
 (        ) Algum interesse  
 (        ) Muito interesse  
 (        ) Total interesse

3. Qual o recurso didático mais utilizado pelo (a) professor (a) nas aulas expositivas de Química?

- (        ) quadro branco  
 (        ) data show  
 (        ) computador  
 (        ) giz  
 (        ) livro didático

4. Do seu ponto de vista, que relação existe entre a Química e o seu cotidiano?

- (        ) Nenhuma relação  
 (        ) Pouca relação  
 (        ) Alguma relação  
 (        ) Muita relação  
 (        ) Total relação

5. Comente sobre a importância e motivações nas aulas de Química.

---

6. O professor de Química realiza atividades experimentais?

(        ) sim	→	Com que freqüência? (        ) SEMANALMENTE (        ) MENSALMENTE (        ) EVENTUALMENTE.
----------------	---	---

(        ) não realiza.

7. Dê sugestões para melhorar as aulas de Química.

---

---

---

8. Você teve alguma aula de Química usando o computador?

(        ) Sim

(        ) Não

9. Você possui computador em casa? Você utiliza?

(        ) Sim. Mas, não tenho permissão pra usar

(        ) Sim. Tenho permissão pra usar

(        ) Não. Mas, utilizo por outros meios (lan house, casa de amigo, etc.)

(        ) Não. Nunca utilizei um

10. Você usa o computador para fins educacionais?

(        ) Sim. Às vezes

(        ) Sim. Dificilmente

(        ) Sim. Sempre

(        ) Não. Não uso

11. Qual sua habilidade em relação ao uso do computador?

(        ) Muito ruim

(        ) Ruim

(        ) Razoável

(        ) Bom

(        ) Muito bom

## APÊNDICE C

### Questionário para Avaliação do Conteúdo

ALUNO \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

**Usando os conhecimentos adquiridos nos encontros, responda sucintamente as perguntas abaixo:**

1) Descreva em poucas linhas a relação existente entre a temperatura e a mudança de estados físicos da matéria.

2) Por quê ao colocar uma garrafa de vidro com água no refrigerador, ela estoura? Justifique.

3) Quais relações que você consegue identificar entre os estados físicos da matéria e o seu cotidiano? Comente.

## APÊNDICE D

### Roteiro da Atividade Experimental

**1. Título:** Mudança de Estado Físico da Naftalina

**2. Objetivo:** verificar a mudança de estado físico da naftalina e as características do estado sólido e gasoso.

**3. Tempo de duração:** 2 aulas de 50min

**4. Materiais utilizados:** Naftalina comercial; béquer; vidro de relógio; bico de bunsen; tela de amianto; fósforo; gelo.

**5. Procedimento:**

- a. Ligar o bico de Bunsen (ou outra fonte de calor).
- b. Colocar o tripé para segurar a tela de amianto.
- c. Sobre a tela de amianto colocar o béquer com a naftalina pulverizada.
- d. Tampar com vidro de relógio.
- e. Dentro do vidro de relógio, colocar gelo (para favorecer a cristalização).
- f. Aguardar alguns minutos para que ocorra o aquecimento necessário para favorecer a fusão e a sublimação da naftalina ao mesmo instante.
- g. Retirar o aquecimento assim que notar a fusão de toda (ou parcialmente) naftalina.
- h. Aguardar e observar por alguns minutos (aproximadamente 20min) atentamente a formação de cristais no fundo do vidro de relógio. Anotar todas as observações.

**Cuidados:** realizar em ambiente ventilado, pois os vapores da naftalina são cancerígenos.

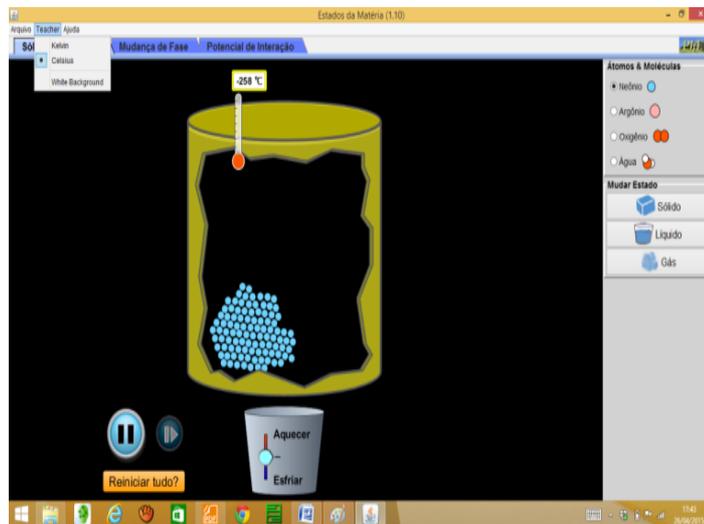
**Responda as questões abaixo:**

- 1) Faça uma descrição da Naftalina antes e depois do aquecimento. Que processo ocorre na mudança de fase da naftalina? Quais as observações que você visualizou durante o processo de transformação física, como forma, cor, cheiro, etc. Descreva-os?
- 2) Quais diferenças você conseguiu observar entre as mudanças de estado físico da naftalina? Descreva-as.

# APÊNDICE E

## Tutorial para Uso do Simulador

### 1ª Etapa: ABA “Sólido, Líquido, Gás- influência da temperatura sobre o estado da matéria



Seguir-se-á os seguintes passos:

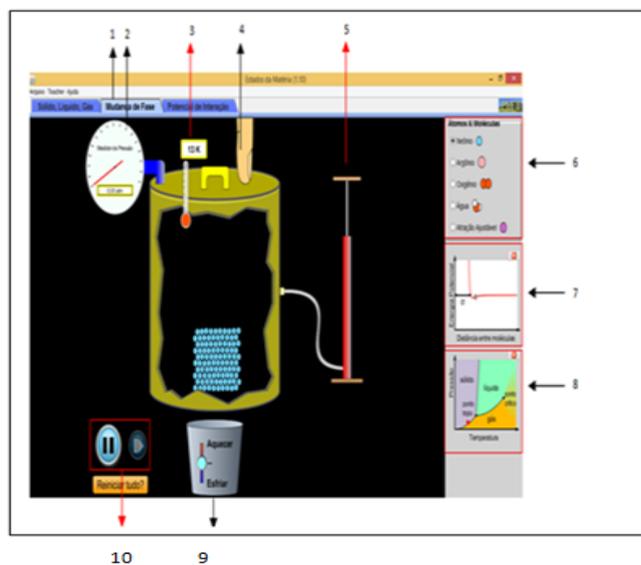
1. Abrir o programa *Estado da Matéria* já instalado no computador;
2. Levar o mouse para cima da Aba Sólido, Líquido, Gás;
3. Clicar no Menu “Teacher” localizado no lado esquerdo da tela e mudar a escala de temperatura de Kelvin para Celsius (padrão).
4. Observar e anotar a temperatura inicial que aparece para o estado sólido do átomo de neônio dentro do sistema fechado.
5. Clicar no botão “aquecer e resfriar” arrastando-o para cima, mantendo-o pressionado por alguns segundos. Observar as alterações ocorridas no estado de agregação da matéria e na temperatura do sistema.
6. Anotar as observações e o valor da temperatura no quadro Estado da Matéria.
7. Clicar no botão “aquecer e resfriar” arrastando-o para baixo, mantendo-o pressionado por alguns segundos. Observar as alterações ocorridas no estado de agregação da matéria e no valor da temperatura.
8. Anotar as observações e o valor da temperatura no quadro Estado da Matéria.

9. Na Aba “Mudar Estado”, clicar no estado líquido. Observar as alterações ocorridas no estado de agregação da matéria e na temperatura.
10. Anotar as observações e o valor da temperatura no quadro Estado da Matéria.
11. Na Aba “Mudar Estado”, clicar no estado gás. Observar as alterações ocorridas no estado de agregação da matéria e na temperatura. Anotar as observações e o valor da temperatura no caderno.
12. Ir à Legenda “átomos e moléculas” e repetir os itens 7, 8, 9, 10 e 11, para o argônio, oxigênio e água

## 2ª Etapa: Aba “Mudança de Fase”- Efeito da Temperatura e Pressão sobre o sistema

Na figura 02, temos a representação da *Mudança de Fase*, a matéria alterações das variáveis temperatura e pressão no sistema fechado.

Na aba *Mudança de Fase* o sistema sofre influência da pressão e da temperatura.



1. Aba “Mudança de Fase” oferece recursos capazes de simular a transformação física que ocorre na matéria
2. Medidor de pressão do sistema
3. Termômetro
4. Tampa móvel, possibilita alterar a pressão interna do sistema
5. Bomba de ar
6. Na legenda “átomos e moléculas” o usuário poderá escolher o átomo ou molécula que deseja observar.
7. Descreve a energia potencial das partículas
8. O gráfico descreve o estado físico do átomo ou molécula ao sofrer alterações na temperatura e/ou pressão.
9. Botão aquecer e Resfriar
10. Botão de “pausa” à esquerda, à direita “start” (iniciar).

1. Clicar em cima do atalho do programa que se encontra na área de trabalho e abrir o programa *Estado da Matéria* já instalado no computador.
2. Levar o cursor para cima da Aba Mudança de Fase.
3. Clicar no Menu “Teacher” localizado no lado esquerdo da tela e mudar a escala de temperatura de Kelvin para Celsius (padrão).
4. Anotar a temperatura que aparece para o estado sólido do átomo dentro do sistema fechado.
5. Com o cursor em cima da tampa móvel, manter pressionado e arrastar a tampa móvel lentamente para baixo até que comece as alterações no sistema.

6. Durante a realização dessa etapa, acompanhar as alterações que ocorre no gráfico “mudança de fase” com o abaixamento da tampa móvel do sistema.

7. Observar e anotar as alterações ocorridas no arranjo das partículas dentro do sistema (no valor de temperatura e pressão) e no gráfico.

*Obs.: se necessário aperte no botão reiniciar para visualizar novamente a simulação*

8. Levar o cursor para cima do botão “aquecer e resfriar”, mantendo-o pressionado, arraste-o para cima e segure por alguns segundos, até que aumente a temperatura do sistema.

9. Observar e anotar as alterações ocorridas no arranjo das partículas dentro do sistema (no valor de temperatura e pressão) e no gráfico.

10. Na sequência arraste o botão “aquecer resfriar” para baixo e segure-o por alguns segundos, até a diminuição da temperatura do sistema.

11. Observar e anotar as alterações ocorridas no arranjo das partículas dentro do sistema (no valor de temperatura e pressão) e no gráfico.

12. Na legenda “átomos e moléculas” repetir o procedimento do item 8, 9, 10 e 11, para o argônio, oxigênio e água.



## APÊNDICE G

### Questionário para Avaliação da Abordagem Didática

**ALUNO (A):** \_\_\_\_\_ **DATA:** \_\_\_\_\_

1) Como você avalia as aulas feitas com simulador e prática experimental na aprendizagem do conteúdo Estados Físicos da matéria?

2) As ferramentas usadas na abordagem do conteúdo Estado da Matéria contribuíram de igual forma para a compreensão do assunto? Comente.

# APÊNDICE H

## Entrevista

**ALUNO (A):** \_\_\_\_\_ **DATA:** \_\_\_\_\_

Você gostou da maneira como foi abordado o conteúdo e em sua opinião, o que de mais interessante cada ferramenta proporcionou na aprendizagem do mesmo.