

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

CAMILA LITCHINA BRASIL

**EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE
ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

**Bagé
2016**

CAMILA LITCHINA BRASIL

**EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE
ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Vania Elisabeth Barlette

**Bagé
2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

B823e BRASIL, CAMILA LITCHINA

EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE
ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA / CAMILA LITCHINA BRASIL.

110 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2016.

"Orientação: Paulo Henrique Guadagnini".

1. Curva de aquecimento. 2. Ensino de química. 3.
Interpretação microscópica de estados físicos. 4. Laboratório
aberto. 5. Aprendizagem ativa. I. Título.

CAMILA LITCHINA BRASIL

**EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE
ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 08 de dezembro de 2016.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini

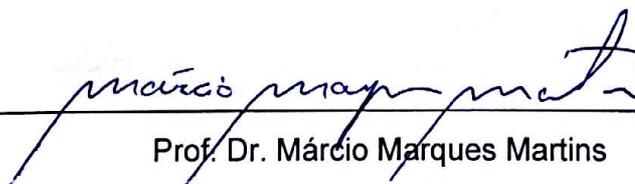
Orientador

UNIRAMPA



Prof. Dr. Gilberto Orengo de Oliveira

UNIFRA



Prof. Dr. Márcio Marques Martins

UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, que me incentivaram na busca constante de qualificação profissional e investiram, acreditando na importância dela para meu futuro.

Ao meu pai, Pedro González Brasil uma eterna admiração pela dedicação que tem em seu trabalho. Sempre me incentivando e fazendo eu acreditar e ir em busca dos meus sonhos.

Em especial a minha mãe Rosane Litchina Brasil, que incondicionalmente, acreditou no meu potencial e contribuiu nas minhas ideias, me acompanhando com dedicação sempre que me proponho a realizar um sonho.

Aos meus irmãos, prestativos e dispostos a auxiliar no que necessário for, sempre compartilharam todas as minhas escolhas e vibraram em cada conquista.

Ao meu marido Tiago, pelo companheirismo, sempre demonstrando carinho e admiração ao meu trabalho como docente, acrescentou às discussões em casa e no relevante auxílio no desenvolvimento desta Dissertação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Guadagnini, que teve confiança em meu projeto. Pela disponibilidade, paciência e atenção recebida em todas as etapas do Mestrado, contribuindo para o meu sucesso profissional.

Ao Colégio Presidente Emilio Garrastazu Médici: direção, supervisão e funcionários bem como aos sujeitos de pesquisa desta escola, que aceitaram participar, tornando a pesquisa possível e viável.

A todos os meus familiares, amigos e colegas de trabalho que de alguma forma fizeram parte desta etapa tão importante em minha vida. Agradeço por todo apoio, palavras, ajuda e abraços motivadores.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e implementar um conjunto de atividades voltadas a estudantes do ensino básico que permitam o aprendizado sobre estados físicos da matéria e transições de fase com ênfase na interpretação microscópica dos fenômenos. As propostas incluem experimentos no laboratório didático e simulações computacionais, utilizando técnicas de aprendizagem ativa com embasamento teórico na aprendizagem significativa de Ausubel e na Teoria do Conectivismo. Para a exploração dos aspectos macroscópicos envolvidos no processo de transição de fases da água, foi proposta uma atividade experimental aberta na qual os alunos participaram do projeto e execução do experimento para levantamento da curva de aquecimento da água. As atividades com simulação computacional utilizaram simuladores adaptados do projeto *Molecular Workbench* que enfatizam a interpretação microscópica dos estados físicos da matéria e das mudanças de fase, com especial destaque para os aspectos dinâmicos dos sistemas microscópicos. As atividades foram realizadas em uma escola particular do interior do Rio Grande do Sul e envolveu um total de 35 alunos de primeiro ano do ensino médio divididos em duas turmas (controle e experimental), totalizando 12 horas de atividades. Em ambas as turmas, o professor apresentou os conceitos teóricos problematizados e aplicou a atividade experimental de determinação da curva de aquecimento da água. Na turma experimental, além das atividades aplicadas à turma controle, foi aplicada a atividade de exploração dos simuladores computacionais. A pesquisa teve caráter qualitativo e quantitativo e foram utilizados instrumentos de avaliação de conhecimento com questões objetivas e guias de atividades para as atividades de experimentação e simulação computacional. Foi avaliada a motivação dos estudantes antes e depois da aplicação da proposta utilizando um questionário previamente validado obtido da literatura. Os resultados obtidos através da análise dos testes de conhecimento mostram que os alunos da turma experimental apresentaram evolução estatisticamente significativa no desempenho, o que não ocorreu com os alunos da turma controle. As análises das respostas dos alunos nos guias de atividade de simulação sugerem que a maior parte dos alunos identificaram corretamente o comportamento microscópico de sólidos, líquidos e gases, bem como interpretaram corretamente o processo dinâmico de transição de fase. Tais resultados sugerem que os simuladores exerceram um papel importante na aprendizagem dos aspectos microscópicos dos fenômenos estudados. Os resultados dos testes de motivação para aprender mostraram que a motivação dos alunos se encontra próximo do valor médio da escala utilizada, e não foram observadas diferenças estatisticamente significativas de motivação entre as duas turmas, bem como antes e após a aplicação da proposta educacional. Conclui-se que o uso de simuladores computacionais, em conjunto com atividades experimentais abertas, facilita a aprendizagem de conceitos associados aos estados físicos da matéria e transições de fase, em especial a interpretação do comportamento microscópico dos sistemas.

Palavras-chave: Curva de aquecimento; Ensino de química; Interpretação microscópica de estados físicos; Laboratório aberto; Aprendizagem ativa.

ABSTRACT

This study aimed to develop and implement a set of activities aimed at primary school students to enable learning about states of matter and phase transitions with emphasis on microscopic interpretation of phenomena. The proposed activities include experiments in the teaching laboratory and computer simulations. The proposal uses techniques of active learning and its theoretical basis is the Ausubel meaningful learning and Connectivism Theory. For the exploitation of macroscopic aspects involved in phase transition of water, it was proposed an open experimental activity in which the students participated in the design and implementation of a experiment for determination the heating curve of water. The activities with computer simulation used simulators adapted from Molecular Workbench project, emphasizing the microscopic interpretation of the states of matter and phase transitions, with special emphasis the dynamic aspect of microscopic systems. The activities have been developed in a particular school in the interior of Rio Grande do Sul and involved a total of 35 students from first year of high school divided into two classes (control and experimental), for a total of 12 hours of activities. In both classes the teacher presented the problematized theoretical concepts and applied the experimental activity to determine the heating curve of water. In the experimental class, in addition to the activities applied to the class control was applied to the activity of exploitation of computer simulators. The qualitative and quantitative research involved assessment tools such as knowledge test and guides for experimental and computer simulation activities. The students' motivation was evaluated before and after the application of the educational proposal using a previously validated questionnaire obtained from the literature. The results obtained through the analysis of knowledge tests show that students of the experimental group showed a statistically significant improvement in the performance, which did not occur with the students of the control group. The analysis of the student answers to the simulation guides activity suggests that most of the students correctly identified the microscopic behavior of solids, liquids and gases, as well as properly interpreted the dynamic process of phase transition. These results suggest that the simulators played an important role in learning the microscopic aspects of the phenomena studied. The results of motivation to learn tests showed that student motivation is close to the average value of the scale used, and there were no statistically significant differences in motivation between the two groups, as well as before and after the implementation of the educational proposal. It follows that the use of computer simulations, together with open experimental activities facilitates the learning of concepts associated with the states of matter and phase transitions, particularly the interpretation of the microscopic behavior of systems.

Keywords: Heating curve, Chemistry teaching, States of matter, Active learning, Microscopic interpretation of physical states, Microscopic interpretation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de caixas para os escores do teste de conhecimento da turma A	55
Figura 2	Diagrama de caixas para os escores do teste de conhecimento da turma B	55
Figura 3	Foto da aplicação do teste de motivação para aprender	56
Figura 4	Diagrama de caixas para os escores de motivação total da turma A	57
Figura 5	Diagrama de caixas para os escores de motivação total para a turma B	58
Figura 6	Foto da aplicação do teste de conhecimentos	58
Figura 7	Foto da aplicação dos guias de atividades	60
Figura 8	Foto da atividade experimental real	63
Figura 9	Resposta do aluno 6191.17 a questão 01 da fase experimental	64
Figura 10	Representação gráfica construída pelo aluno 6265.17 para a curva de resfriamento da água	65
Figura 11	Foto da aplicação do OVA	66
Figura 12	Imagem da amostra no estado gasoso apresentada no simulador	67
Figura 13	Imagem da amostra no estado líquido apresentada no simulador	68
Figura 14	Imagem da amostra no estado sólido apresentada no simulador	69
Figura 15	Representação microscópica construída pelo aluno 6210.17	70
Figura 16	Mudança de fase de uma amostra no estado sólido	71
Figura 17	Mudança de fase de uma amostra no estado líquido	72
Figura 18	Mudança de fase de uma amostra no estado gasoso	72
Figura 19	Resposta do aluno 6228.17	74
Figura 20	Resposta do aluno 6235.17	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Comparação entre as teorias de aprendizagem	37
Quadro 2	Instrumento de coleta de dados utilizados na pesquisa	46
Quadro 3	Hipóteses e alternativas utilizadas nos testes de hipótese para análise do teste de conhecimento e motivação para aprender	51
Quadro 4	Confiabilidade do teste e fidedignidade para as amostras	52
Quadro 5	Índices de discriminação e de dificuldade por item do teste de conhecimento	53
Quadro 6	Probabilidades obtidas com Wilcoxon Pareado	59
Quadro 7	Número de alunos que responderam cada questão	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Níveis de investigação de uma atividade experimental	27
Tabela 2	Dados estatísticos do teste de conhecimento – Turma A	54
Tabela 3	Dados estatísticos do teste de conhecimento – Turma B	54
Tabela 4	Dados estatísticos do teste de motivação total para aprender – Turma A	57
Tabela 5	Dados estatísticos do teste de motivação total para aprender – Turma B	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OVA - Objetos Virtuais de Aprendizagem

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

SEED – Secretaria de Educação a Distância

SEMTEC – Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico

POE – Predizer, Observar e Explicar

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	Panorama Geral do Problema e Objeto de Estudo	13
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Justificativa	17
1.3.1	A Escolha do Conteúdo: Estados Físicos da Matéria e suas Transformações	17
1.4	Estrutura da Dissertação	19
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências	20
2.2	O Papel das Atividades Experimentais	25
2.3	O Uso de Simulações Computacionais no Ensino de Química	28
2.4	A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel	31
2.5	A Teoria do Conectivismo	34
3.	ESTUDOS RELACIONADOS	38
3.1	Dificuldades na Aprendizagem de Química	39
3.1.1	Natureza Corpuscular da Matéria	40
3.1.2	Conservação de Propriedades não Observáveis	41
3.2	Os Livros Didáticos	42
4.	METODOLOGIA DE PESQUISA	44
4.1	Tipo de Pesquisa	44
4.2	Objetivos	45
4.2.1	Objetivo Geral	45
4.3	Local e Participantes	45
4.3.1	Aspectos Éticos	46
4.4	Instrumento de Coleta de Dados	46
4.5	Análise e Avaliação das Atividades	47

4.5.1	Análise do Pré e Pós Testes de Conhecimentos	48
4.5.1.1	Fidedignidade do Teste	48
4.5.1.2	Análise dos Itens do Teste	48
4.5.1.3	Estatística Descritiva	50
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1	Fidedignidade do Teste	52
5.2	Estatística Descritiva	54
5.3	Teste de Motivação para Aprender	56
5.3.1	Teste de Hipóteses do Desempenho do Teste de Conhecimentos	58
6.	Análise Qualitativa dos Dados - Intervenção	59
6.1	Fase Pré-Experimental: Predição Sobre a Curva de Aquecimento da Água	60
6.2	Fase Experimental: Prática Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento	63
6.3	Experimentação Virtual – Aspectos Microscópicos	66
6.3.1	Etapa 1 – Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos em Diferentes Estados Físicos da Matéria	67
6.3.2	Etapa 2 – Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos Durante Mudanças de Fase	71
6.4	Questionário de Opinião dos Participantes	75
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE A	Teste de Conhecimentos para os Conceitos de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase	86
APÊNDICE B	Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da água. Fase Pré- experimental: Predição sobre a Curva de Aquecimento da Água	90
APÊNDICE C	Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água. Fase Experimental	92

APÊNDICE D	Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água. Fase Pós-Experimental	94
APÊNDICE E	Guia de atividade de Experimentação Virtual: Estados Físicos e Mudanças de Fase. Etapa 1: Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos em Diferentes Estados Físicos da Matéria	95
APÊNDICE F	Guia de Atividade de Experimentação Virtual: Estados Físicos e Mudanças de Fase. Etapa 2: Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos Durante Mudanças de Fase	97
APÊNDICE G	Questionário de Opinião dos Participantes da Pesquisa	98
APÊNDICE H	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	99
	TERMO DE AUTORIZAÇÃO	100
APÊNDICE I	Produção Educacional	101
ANEXO A	Teste de Motivação para Aprender	109

1 INTRODUÇÃO

1.1 Panorama Geral do Problema e Objeto de Estudo

De um modo geral, o cenário do ensino de química atual pode ser delineado como fortemente dependente no uso de livros texto pelos professores, com excessiva ênfase em classificações e regras, pouca discussão sobre os aspectos microscópicos dos fenômenos e um modelo de ensino e aprendizagem focado fortemente no professor. O resultado desta realidade são alunos desmotivados para aprender química e que geralmente são formados com erros conceituais sobre fenômenos físicos e químicos.

Uma das alternativas para modificar as dificuldades encontradas em sala de aula, seria se apropriar do avanço tecnológico, que desde o final do século XX, tem facilitado a busca pelo conhecimento e a integração de culturas e campos científicos. Assim sendo, torna-se importante adequar as práticas tradicionais de ensino, e nesta perspectiva recursos como simuladores podem ser utilizados para nortear o projeto de atividades pedagógicas. Tais recursos permitem a exploração de fenômenos físicos nos níveis macroscópico e microscópico, permitindo um aprendizado ao mesmo tempo mais efetivo e motivador.

Nos dias atuais, vivemos a era da tecnologia, em que os recursos computacionais são ampliados o tempo todo e aprendizes passam grande parte de seu tempo frente ao computador, principalmente para fins de lazer e consumo de conteúdo. Sendo assim, utilizar recursos computacionais possibilita a aproximação da escola com a realidade do aluno. Para transpor aos indivíduos conhecimento, despertando-lhes o interesse pelo assunto a ser ensinado, é necessário utilizar uma linguagem diferenciada, que busque aproximar a ciência à realidade de cada um, objetivando transformar os objetos de aprendizagem em vivência. Professores da área das Ciências, são cientes de que ensinar disciplinas que envolvem conceitos abstratos e cálculos matemáticos, como é o caso da Química, pode causar aversão nos estudantes; assim sendo, torna-se necessário utilizar novas metodologias que sejam capazes de despertar o interesse e a curiosidade e que apresentem relações com o contexto em que estão inseridos. Além disso, devem estimular a pesquisa, instigando-os a colabo-

rar, organizar e trocar conhecimentos com os colegas. A experiência didática e criatividade de um professor podem tornar o ensino de ciências mais agradável e com resultados satisfatórios no aprendizado dos alunos, tarefa que exige uma maior dedicação do profissional.

Frente ao cenário educacional atual, Araújo (2011) menciona que o modelo tradicional de ensino:

“tem agora, também, de dar conta das demandas e necessidades de uma sociedade democrática, inclusiva, permeada pelas diferenças e pautada no conhecimento inter, multi e transdisciplinar, com a que vivemos neste início de século 21” (ARAÚJO, 2011).

Vindo ao encontro da necessidade de contribuir com o ensino-aprendizagem, de forma diferenciada, mais dinâmica e interessante, sugere-se o trabalho com o uso de recursos computacionais, como alternativa para relacionar teoria e prática. Baseados na metodologia ativa de ensino, ou seja, com o estudante engajado na aquisição do conhecimento e não apenas como “receptor” de informações. Nos dias atuais aplicar estratégias de aprendizagem ativa se faz possível de maneira mais fácil com a internet pois, antigamente as fontes de informações eram escassas. Nessa perspectiva alia-se a elaboração de conceitos, a compreensão de conteúdos, a criatividade, o espírito de cooperação e a sociabilidade entre os alunos envolvidos no processo.

Foram propostas atividades compostas de simulações apoiada por computador e prática experimental em uma abordagem de laboratório aberto, na prática da aprendizagem ativa. As atividades propostas para desenvolver os conhecimentos teóricos e práticos, foram estruturadas na forma de um conjunto de questões, apresentadas nos Apêndices A, B, C, D, E e H. Para isso, o professor abre espaço para que os alunos, exponham suas respostas, efetuando comentários e ou correções sempre que não tenha sido adequadamente respondida. Os estudantes devem estar cientes de que a aula é o espaço para minimizarem todas as dúvidas relacionadas ao assunto, e que para o aprendizado é necessário que exerçam a pró-atividade.

Independentemente da estratégia utilizada para promover a aprendizagem ativa, é imprescindível que o aluno faça uso de suas funções mentais de pensar, raciocinar, observar, refletir, entender, combinar, dentre outras que, em conjunto, formam a inteligência, segundo a concepção de Pecotche (2011).

Sendo assim, buscando uma aprendizagem ativa utilizando os recursos computacionais, é possível possibilitar a operacionalização dos conteúdos, despertando o interesse dos alunos, colaborando para reverter o ensino fragmentado, um dos maiores problemas na atualidade em sala de aula (RIBEIRO, 2005).

O potencial do simulador como recurso de ensino diz respeito a sua compatibilidade com objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos, com conhecimentos prévios necessários ao novo conteúdo, com a apresentação progressiva de conceitos, com a inter-relação entre conceitos, e com a eficiência da aprendizagem (MOREIRA; VEIT, 2010).

Uma simulação computacional consiste na execução de um modelo científico, permitindo ao aluno interagir com o modelo, explorando suas possibilidades por meio de mudanças de parâmetros do mesmo, observação e análise dos resultados. Os softwares que implementam simulações são denominados simuladores computacionais, os quais são categorizados na literatura como objetos virtuais de aprendizagens (OVA). De modo geral, os objetos virtuais de aprendizagem são entendidos como qualquer recurso digital com finalidade educacional (KONRATH; CARNEIRO; TAROUÇO, 2009), tais como animações, simulações, vídeos, hipertexto, entre outros. Simuladores computacionais são softwares que implementam modelos físicos representados matematicamente para descrever um sistema. Propomos a utilização do software Molecular Workbench, Concord (2014), software multiplataforma que permite a execução de simulações de sistemas moleculares dinâmicos (KHINE, M.S.; SALEH, I.M., 2011). Este software é disponível livremente para ser utilizado e permite a execução nas plataformas Windows, Linux e Macos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é planejar, desenvolver, implementar e avaliar um conjunto de atividades (APÊNDICES A, B, C, D, E e F) centradas no modelo de aprendizagem ativa que permitam o aprendizado sobre estados físicos da matéria

com ênfase na interpretação microscópica do fenômeno e sua relação com observações macroscópicas, utilizando experimentação real e simulada (com simuladores moleculares).

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Promover oportunidades de inserção de tecnologias da informação e comunicação na educação básica, com ênfase no uso de simuladores computacionais e atividades experimentais abertas no ensino de Química;
- b) Adaptar simuladores disponíveis publicamente na internet para o ensino de estados físicos da matéria que satisfaçam os critérios elegidos (qualidade de conteúdo, usabilidade e potencial como recurso de ensino) e permitam a interpretação microscópica dinâmica dos estados físicos da matéria e dos processos de mudanças de fase;
- c) Desenvolver as atividades baseadas nos simuladores, e apresentar as atividades na forma de um hipertexto para o trabalho com os alunos;
- d) Desenvolver atividades experimentais para uma abordagem de laboratório aberto para exploração da curva de aquecimento da água;
- e) Promover a integração do resultado experimental para a curva de aquecimento da água com a interpretação microscópica do fenômeno;
- f) Implementar a proposta e analisar os resultados obtidos nas avaliações diagnósticas;

1.3 Justificativa

Este trabalho justifica-se pelo crescente número de evidências no ensino de ciências que suportam que a utilização de recursos tecnológicos, quando aplicados em projetos de ensino bem elaborados, aumentam a eficiência da aprendizagem, em especial a utilização dos simuladores computacionais que tem sido reconhecidos por inúmeras pesquisas como fundamental ao entendimento e comunicação da química (COLL, 2006; JUSTI & GILBERT, 2006).

Considerados relevantes no processo de ensino e aprendizagem, o uso de simuladores computacionais está inserido no contexto de abordagens atuais que buscam a compreensão significativa dos conteúdos se contrapondo a ênfase na memorização desvinculada de significados, observadas no ensino tradicional.

Além disso, se comprovado que a aprendizagem dos sujeitos foi significativa, os resultados podem contribuir para a área de estudos em TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) pois o uso dos simuladores na escola pode aumentar o interesse e o rendimento dos alunos.

1.3.1 A Escolha do Conteúdo: Estados Físicos da Matéria e suas Transformações

Desde o início da faculdade, meu desejo foi o de trabalhar no magistério pois sempre me encantou o convívio com as pessoas, pelo conhecimento e aprendizado que isso proporciona na vida da gente. Então eu percebi, ao longo do curso que a química é uma disciplina complexa, e que é necessário ampliar as reflexões sobre a aprendizagem dos alunos. De um modo geral, as ciências exatas, quantificam o ensino, deixando de priorizar o aspecto principal: a qualidade da aprendizagem ou seja: como e para quê os alunos estão aprendendo. Sendo assim, em posterior estudo no Mestrado, decidi utilizar a dissertação da conclusão do curso para fazer um trabalho voltado para o ensino de Química pois, como professora de Química atuando nos segmentos de Ensino Fundamental e Médio há aproximados 7 anos, verifico em aula

que os alunos apresentam dificuldades de compreensão no que se refere aos aspectos microscópicos das transformações físicas e na capacidade argumentativa deficiente relacionada ao conteúdo “Estados Físicos da Matéria e suas Transformações”.

Existem atualmente muitos autores que abordam os mais diversos enfoques relacionados ao ensino de Química e, dentre estes, as referências sobre as dificuldades no ensino deste componente curricular são muito frequentes. Menciono entre eles, os autores Beltran e Ciscato (1991) que abordam os problemas do ensino de Química.

A ênfase que os professores de química dão à memorização de fórmulas, nomes, símbolos e equações, a desvinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano, a sequência dos conteúdos desenvolvidos e também as aulas experimentais não frequentes são alguns dos principais problemas do ensino de Química para estes autores.

As análises apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais referente às características do ensino de Química também estão vinculados, quando afirmam que o ensino de Química, “na maioria dos casos, tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem relação com a vida do aluno”. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1999, p.241). Ainda de acordo com os PCN (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1999, p.241), o conhecimento teórico em níveis de abstração pouco acessíveis aos alunos é priorizado pelos professores o que não auxilia no processo de aprendizagem dos alunos.

Diante disso, acredito ser importante levar em consideração a origem das dificuldades apresentadas pelos alunos, pois a Química abrange a estrutura da matéria e suas propriedades e ainda, descreve transformações nem sempre perceptíveis através dos nossos sentidos, utilizando-se de linguagem própria, bastante simbólica por isso então considerada por muitos uma disciplina complexa.

Também devemos considerar a sociedade em que estamos inseridos atualmente como fortemente dependente de ciência e tecnologia. Perrenoud (2001), destaca as competências e habilidades que um professor deve possuir e menciona a importância do professor em saber utilizar as novas tecnologias para propiciar situações que estimulem a aprendizagem.

O conteúdo “Estados Físicos da Matéria e suas Transformações” é abordado no ensino fundamental e médio no componente curricular de Química e, também em outras áreas do conhecimento como a Física e Geografia. Percebendo a relação que

há entre conteúdo e os diferentes componentes pode dar significado à aprendizagem pois os conceitos fazem parte da vida do aluno em diversas situações tais como no posicionamento e busca de soluções, utilização de produtos, influências e impactos ambientais, entre outros. Dessa forma, procuramos nesta dissertação utilizar a tecnologia como alternativa metodológica para o processo de ensinar e aprender enfatizando a importância da compreensão do nível microscópico dos fenômenos.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este trabalho está dividido em 7 capítulos, descritos resumidamente a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: Neste capítulo são apresentadas as considerações iniciais sobre o assunto tratado e sua relevância para a área do ensino de Química no contexto atual. Além disso, os objetivos geral e específicos, foram enumerados.

Capítulo 2 – No que segue, **Referencial Teórico:** Aqui, conceitos relevantes para fundamentar a pesquisa serão apresentados, mostrando sua pertinência para este estudo.

Capítulo 3 – Apresentará **Estudos Relacionados** ao tema desta Dissertação.

Capítulo 4 - Metodologia: este capítulo tratará das questões metodológicas aplicadas no estudo, a começar com a contextualização de como a proposta de pesquisa surgiu. Os participantes e o local da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e a forma de análise dos dados.

Capítulo 5 – Resultados e Discussão das pesquisas qualitativas e quantitativas desenvolvidas neste trabalho.

Capítulo 6 - Análise dos Dados: neste capítulo, os dados coletados serão analisados à luz dos referenciais teóricos expostos no capítulo 2.

Capítulo 7- Considerações Finais: este capítulo traz as conclusões após a análise dos dados obtidos, enfatizando os pontos principais e as características mais marcantes do que foi obtido na pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências

A revolução das tecnologias de informação ocorreu a partir da década de 1960, desencadeando mudanças na sociedade. Esse momento histórico foi denominado como a “era da informação” (CASTELLS, 1999).

Entre as transformações, o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, ou seja, a utilização do computador, da informática, da internet, da hipermídia e multimídia, de ferramentas para educação à distância, dentre outros instrumentos e linguagens digitais de que dispomos na atualidade. Isso contribuiu para ultrapassar barreiras, otimizar o tempo e diminuir esforços (SCARAMELLO, 2002).

O acesso a informação reflete na educação, possibilitando facilidade em pesquisas e elaboração de materiais didáticos por exemplo. A quantidade de informações a partir dos anos 2000 aumentou de forma gigantesca. A internet se consolidou no Brasil no mesmo período, quando o acesso a conexão deixou de ter apenas o acesso discado e com o aumento na oferta de banda larga ADSL/Cabo, tornando-se mais rápido. As fronteiras espaciais-geográficas, culturais e temporais foram praticamente rompidas.

Com o passar dos tempos as tecnologias vêm sendo inseridas no processo de ensino-aprendizagem nas escolas tornando-se um meio de comunicação entre professores e alunos. De acordo com Costa:

A cada período percebemos o desenvolvimento tecnológico, por isso não é concebível que a escola não esteja em sintonia com essa difusão, ela é um ambiente proporcionador de discussão, reflexão, construção e troca de conhecimento. Neste espaço, a aprendizagem se efetiva a partir do engajamento de todos que a compõe: gestor, equipe pedagógica e técnica, professores, alunos e comunidade. Os anseios sociais, os avanços tecnológicos, as temáticas cotidianas não podem ficar fora dos muros das escolas, estas devem estar abertas às aspirações atuais (COSTA, 2012).

Com isso, o processo de ensinar e aprender cria expectativas quanto as possibilidades de auxílio desses recursos.

Esta realidade estabeleceria, a princípio, que a construção dos conhecimentos estaria, portanto, muito facilitada. Conforme Lévy:

(...) o saber não é mais uma pirâmide estática, ele incha e viaja em uma vasta rede móvel de laboratórios, de centros de pesquisa, de bibliotecas, de bancos de dados, de homens, de procedimentos técnicos, de mídias, de dispositivos de gravação e de medida, rede que se estende continuamente no mesmo movimento entre humanos e não-humanos, associando moléculas e grupos sociais, elétrons e instituições. (LÉVY, 1998).

Sendo assim, fica evidente a necessidade do uso de instrumentos adequados, objetos de aprendizagem apropriados, direcionados para o desenvolvimento de habilidades e competências¹, para provocar as bases conceituais dos estudantes; para isso, o uso de recursos computacionais vem ao encontro do que consta no PCNs como também no cotidiano dos aprendizes.

O papel da escola, nesta realidade em que os estudantes possuem livre acesso a informações sob qualquer conteúdo, é também o de buscar desenvolver capacidades nos alunos para lidar com as informações e relacioná-las com questões importantes na formação da cidadania e na resolução de problemas, aproveitando as possibilidades de aprendizagem que se ampliam com os recursos oferecidos pelas tecnologias.

É função da escola e dos professores explorar o uso da tecnologia para inovar, ou seja, ultrapassar os modos já conhecidos, contribuindo de forma relevante ao processo de aprendizagem.

TIC, como são denominadas as Tecnologias de Informação e Comunicação são um conjunto de recursos tecnológicos que podem proporcionar comunicação e/ou automação de diversos tipos de processos nas diversas áreas do conhecimento, principalmente no ensino e na pesquisa. Essa tecnologia é utilizada para relacionar, disponibilizar e compartilhar as informações em site de Web, na informática em forma de hardware e software, entre outras tecnologias (PEIXOTO, 2012).

Neste contexto, as Tecnologias de Informação e Comunicação podem contribuir para o planejamento de atividades educacionais e no processo de ensino e aprendizagem, pois todos os envolvidos nele podem apoiar-se nas distintas linguagens de comunicação para auxiliar a construção de conhecimentos (MASETTO, 2010); (MOREIRA, 2009).

¹ Habilidades e Competências, conforme Perrenoud (2002), são noções amplas que abarcam a de capacidade mobilizar diversos conhecimentos e recursos para lidar com as mais diversas situações e problemas a resolver, e que deveriam ser trabalhadas pelo conjunto das disciplinas na escola. O foco do trabalho pedagógico deveria estar mais centrado no desenvolvimento de habilidades e competências do que na transmissão de conteúdos conceituais.

Para auxiliar no processo educacional, as Tecnologias de Informação e Comunicação utilizam como recurso “objetos de aprendizagem” (Learning Objects, “LOs”) (IEEE/LTSC, 2000). Além dessa denominação, outras expressões são utilizadas em diferentes bibliografias, tais como: “objetos educacionais” (SPHORER, 2001); (TAROUÇO; FABRE; TAMUSIUNAS, 2003), “objetos de conhecimento” (MERRILL, 2000), “objetos de comunicação” (MUZIO, 2001), “objetos de aprendizado” (BETTIO; MARTINS, 2004), “componentes instrucionais” (MERRILL, 2000), “materiais de aprendizagem online” (MERLOT, 2002).

Mas o que é um objeto virtual de aprendizagem (OVA) ?

Em linhas gerais, um objeto virtual de aprendizagem é um recurso digital reutilizável que auxilia na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimula o desenvolvimento de capacidades pessoais, como, por exemplo, imaginação e criatividade. Dessa forma, um objeto virtual de aprendizagem pode tanto contemplar um único conceito quanto englobar todo o corpo de uma teoria. Pode ainda compor um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando apenas determinado aspecto do conteúdo envolvido, ou formando, com exclusividade, a metodologia adotada para determinado trabalho (SPINELLI, 2007, p.07).

Há vários programadores e ou *web designers* que são profissionais aptos a desenvolver projetos trabalhando no desenvolvimento destes instrumentos de aprendizagem, em diversos países, nas instituições de ensino em conjunto com professores e alunos. Aprendizes e educadores criam situações virtuais que simulam situações para abordar os conceitos trabalhados. Um OVA é uma espécie de programa em que o aluno irá entrar em contato com situações a resolver bem como com links que irão direcioná-los a outras situações relacionadas. Porém, um objeto virtual de aprendizagem não é apenas a simulação de um experimento real. É bem mais que isso. É uma situação, uma história, na qual o aluno percorre etapas, ou navega, como se costuma dizer, envolvido por um contexto que exige a compreensão de determinados conceitos científicos. Assim, a procedência e o sucesso da atividade devem ser avaliados sobre dois olhares distintos: o primeiro deles, sob o ponto de vista de quem o projeta; o segundo, sob o ponto de vista de quem o utiliza. O sucesso de quem o utiliza está diretamente relacionado ao aprendizado pessoal dos conceitos envolvidos no objeto (SPINELLI, 2007, p.08).

De acordo com este autor, docentes e estudantes devem estar envolvidos no processo de elaboração dos OVA, que devem contemplar as capacidades e habilidades de selecionar, projetar, programar, avaliar e direcionar os resultados. Caracterizando o uso da tecnologia para finalidades criativas e não reprodutivas, oportunizando aos estudantes uma construção real de conhecimento, em qualquer campo do saber.

Os objetos de aprendizagem podem ser capazes de reestruturar as práticas pedagógicas criando reflexões sobre o uso da comunicação, informação e interação.

No entanto, Delcin (2005, apud Torrezzan; Behar, 2009) considera que:

(...) a utilização da tecnologia pela tecnologia não é suficiente para a contemplação de uma nova concepção educacional. O diferencial está no planejamento pedagógico em que esses recursos digitais estarão inseridos. Será preciso contemplar uma pedagogia baseada na pesquisa, no acesso à informação, na complexidade, na diversidade e na imprevisibilidade.

Isso quer dizer que, o professor é quem atua em sala de aula mediando e oportunizando ao aluno aprender. O professor é quem ganha mais uma ferramenta importante para planejar suas aulas, conseguindo maior flexibilidade metodológica.

A tecnologia merece atenção especial, pois aparece nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza. Observa-se que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração. Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos.

É preciso esclarecer que a utilização dos objetos de aprendizagem como recursos podem facilitar a geração de conhecimento que poderá refletir na qualidade do ensino, que o uso destes simplesmente “por serem novos recursos digitais” não é suficiente para contemplação de uma metodologia do ensinar.

É real a necessidade de aperfeiçoamento de profissionais com a intensificação no sistema educacional das novas tecnologias de informação e comunicação, mas, é necessário que eles busquem a renovação do processo a fim de oportunizar um ensino de qualidade.

Conforme Moran (1999) um ensino de qualidade envolve muitas variáveis:

- Uma organização inovadora, aberta, dinâmica, com um projeto pedagógico coerente, aberto, participativo; com infraestrutura adequada, atualizada, confortável; tecnologias acessíveis, rápidas e renovadas;
- Uma organização que congregue docentes bem preparados intelectual, emocional, comunicacional e eticamente; bem remunerados, motivados e com boas condições profissionais, e onde haja circunstâncias favoráveis a uma relação 32 efetiva com os alunos que facilite conhecê-los, acompanhá-los, orientá-los;
- Uma organização que tenha alunos motivados, preparados intelectual e emocionalmente, com capacidade de gerenciamento pessoal e grupal.

Sendo assim, mudanças são possíveis, mas não são processos rápidos. Além disso, outras questões são importantes, a busca por novas metodologias de ensino e de práticas pedagógicas por exemplo.

A Química é uma ciência que explora aspectos experimentais e também visuais. Muitas de suas compreensões necessitam do uso de modelos. Para que a tecnologia auxilie na compreensão deste componente, é preciso utilizá-la com objetividade, utilizando planejamentos coerentes. Com isso, Lima (2011) afirma que:

Hoje, a química que nos circunda tem seus fundamentos negligenciados ao ser, ensinada na escola, porquanto, não raras vezes, é trabalhada superficialmente, desconsiderando-se toda a sua abrangência. Porém, se sua implantação for planejada, pode propiciar um conjunto de práticas preestabelecidas que têm o propósito de contribuir para que os alunos se apropriem de conteúdos sociais e culturais de maneira crítica e construtiva.

Sendo assim, o uso da tecnologia pode proporcionar melhor compreensão das informações relacionando-as ao seu contexto.

No Brasil, o Ministério da Educação, a Secretaria de Educação a Distância (SEED) e a Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico (SEMTEC), junto a outros países da América Latina, vem incentivando a criação de projetos que utilizem OVA principalmente nas áreas de Ciências da Natureza e da Matemática. Diante disso, o uso de OVA apresenta-se como alternativa para melhorar a qualidade do ensino.

A definição de um OVA ainda é vaga, de acordo com os pesquisadores da área da educação. Segundo Muzzio, “existem muitas diferentes definições para Objetos de Aprendizagem e muitos outros termos são utilizados. Isto sempre resulta em confusão e dificuldade de comunicação, o que não surpreende devido a esse campo de estudo ser novo” (MUZZIO apud BARROS E ALMEIDA JÚNIOR, 2011).

Objetos de aprendizagem virtuais constituem-se em um novo parâmetro tecnológico que utiliza a elaboração de um material didático envolvendo conteúdos, interdisciplinaridade, exercícios e complementos. Isso tudo com os recursos das tecnologias. Esse novo tipo de material educativo tem padrões e formas para ser desenvolvido. Além disso, possibilita repensar o processo educativo considerando o espaço da virtualidade e suas possibilidades (BARROS e ALMEIDA JÚNIOR, 2005).

De acordo com estes autores, é possível perceber argumentos favoráveis a oportunidade que os alunos encontram atualmente para aprender em ambientes de aprendizagem mediados pela tecnologia.

Sendo assim, verifica-se que é imprescindível ter clareza ao criar e ou utilizar um OVA, quais os objetivos de aprendizagem e, como se acredita que ocorre a aprendizagem. Em geral, no ensino de ciências espera-se que os alunos compreendam os princípios básicos dos conceitos científicos, que raciocinem sobre eles e que sejam capazes de aplica-los em diferentes contextos da vida.

2.2 O Papel das Atividades Experimentais

Beltran e Ciscato (1991) consideram a Química como uma ciência experimental, acreditando que as atividades de laboratório são imprescindíveis para abordar os conteúdos deste componente curricular no Ensino Médio.

Os autores enfatizam que o objeto de estudo da Química é a matéria, então, os experimentos proporcionam aos alunos a compreensão mais científica dos fenômenos que nela ocorrem.

O trabalho com as substâncias, a capacidade de observar e comparar propriedades, a elaboração de teorias e de modelos constitui para estes autores, a essência do conhecimento químico. Por isso, as atividades experimentais permitem aos estudantes compreenderem como a Química se constrói e se desenvolve.

Ainda de acordo com estes autores, uma atividade experimental bem planejada enriquece os conhecimentos do aluno além de motivá-lo. E, para a realização destas, não é necessário um laboratório bem equipado. A falta de vidrarias e ou reagentes não significa a impossibilidade de realização de um bom experimento do qual se aproveitem e se aprendam muitas coisas. É possível trabalhar com materiais alternativos,

simples e de baixo custo e ainda, que façam parte do cotidiano do aluno, pois isso aproxima a ciência Química da realidade.

Beltran e Ciscato consideram que as atividades experimentais podem ser exploradas no ensino de Química como atividades demonstrativas ou realizadas pelo professor.

Dentre os diversos tipos de experimentos, Grau (1994) caracteriza cinco tipos de trabalhos práticos a saber:

1. Experiências: Atividades práticas destinadas a obter uma familiarização perceptiva com fenômenos.
2. Experimentos Ilustrativos: Atividades para exemplificar princípios, comprovar leis ou melhorar a compreensão de determinados conceitos operativos.
3. Exercícios Práticos: Atividades planejadas para desenvolver especificamente habilidades de comunicação ou processos cognitivos em contextos científicos.
4. Experimentos para contrastar hipóteses: Atividades experimentais nas quais se pretende determinar a validade de uma hipótese estabelecida pelo professor ou pelos alunos.
5. Investigações: Atividades planejadas para dar aos estudantes a oportunidade de trabalhar com os cientistas ou os tecnólogos na resolução de problemas.

Há várias maneiras para trabalhar em laboratório. Todas possuem uma especificidade, cabe escolher a mais adequada e viável de ser utilizada de acordo com o conteúdo a ser abordado, pois para Beltran e Ciscato:

Sem experimentação e interpretação adequadas a ciência é algo estático, livresco e sem desenvolvimento. Sem experimentação o ensino de Química é apenas um arremedo de ensino dogmático e sem atrativo, que afasta os alunos do estudo e compromete sua formação como cidadãos. (BELTRAN; CISCATO, 1991)

Beviá (1994) acrescenta que o experimento pedagogicamente mais adequado deve:

- Fomentar as situações problemáticas;
- Empregar a dúvida sistemática;
- Questionar o que fazemos e observamos;

Para este autor, deve existir exercícios prévios para que os alunos sejam capazes de elaborar hipóteses baseadas em referenciais teóricos.

Todas as questões abordadas até aqui possuem algo em comum: a necessidade do professor, ou seja, não há como falar sobre o ensino de Química sem

fazer referência ao mesmo. É preciso reconhecer que os professores não possuem apenas saberes, mas, competências profissionais que não se reduzem ao domínio dos conteúdos a serem ensinados, comenta Perrenoud (2001).

Segundo Gentile e Bencini (2000 apud Rodrigues; Pariz, 2005), as competências são entendidas como a capacidade de “mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”.

Diversos enfoques vêm sendo atribuídos ao uso de atividades experimentais, nas aulas de ciências. Entre eles encontram-se categorias distintas quanto ao nível de envolvimento físico e cognitivo do aluno. De acordo com Borges (2002), há quatro níveis de categorização das atividades investigativas propostas aos alunos (Tabela 1).

Tabela 1 – Níveis de investigação de uma atividade experimental

Nível de Investigação	Problema	Método	Resposta
0	Definido	Definido	Definido
1	Definido	Definido	Aberto
2	Definido	Aberto	Aberto
3	Aberto	Aberto	Aberto

Fonte: Construção do Autor.

De acordo com a tabela acima, tem-se que no nível 0, são fornecidos os dados do problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro, por exemplo. Ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. E, no nível 3 – o mais aberto de investigação – o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões.

Uma organização como esta, pode ser útil, dependendo dos objetivos que o professor determina e pretende com a realização da proposta.

As atividades que incluem a abordagem do laboratório aberto, são as que apresentam um nível de investigação 2 ou 3. Especificamente neste trabalho foram propostas atividades que utilizam o nível de investigação 2.

2.3 O Uso de Simulações Computacionais no Ensino de Química

Utilizando os OVA, mais especificamente como na proposta deste trabalho simuladores computacionais, trabalha-se com a visualização e interação. Neste processo, o aluno dá significado ao que vê, ou seja, na forma como as imagens são apresentadas e, ainda, na produção da imaginação. Sendo assim, são criados modelos que podem ser explicados por Gilbert (2005):

Modelos podem funcionar como uma ponte entre a teoria científica e o mundo-como-experimentado ("realidade") de duas formas. Eles podem ser esboços simplificados da realidade-como-observada (fenômenos exemplo), produzidos como objetivos específicos aos quais as abstrações da teoria são então aplicadas. Eles também podem ser idealizações de uma realidade-como-imaginada, baseadas nas abstrações da teoria, produzidas de forma tal que possam ser feitas comparações com a realidade-como-observada, e, desta forma, usadas para tornar visíveis abstrações e crucialmente fornecer base para previsões sobre fenômenos e suas explicações científicas.

O conceito de modelo mental vem sendo abordado nas diversas áreas do conhecimento, mas, ainda não há clareza sobre o seu real significado. Em uma tentativa de definição simplificada: um modelo mental é um modelo que existe na mente de alguém (BORGES, 1998). Sendo assim, precisamos reconhecer que inconscientemente estamos formando mapas mentais o tempo todo, que nós só aprendemos o novo construindo modelos e, estabelecendo relações com o que já conhecemos. Para compreender algo é necessário criar um modelo mental, ou seja, modelos mentais são estruturas cognitivas relacionadas à compreensão.

Os modelos utilizados na ciência, sejam eles teóricos ou matemáticos, foram e são desenvolvidos pelos cientistas, sendo eles propostos para estudar fenômenos naturais. Eles podem ser revisados ou reformulados, à medida que outros cientistas possuem interesse em propor explicações referente ao assunto.

Em sala de aula, o que ocorre é que os modelos mentais muitas vezes não são coerentes com os modelos científicos e os estudantes não obtém êxito em suas tarefas.

Um modelo científico deve satisfazer dois critérios: ser conceitualmente compreensível e produtivo, contrastando assim, com os modelos mentais que, são pessoais e só existem na mente de cada indivíduo. Em ambos, o modelo é o mediador entre a realidade e a mente humana. Eles falam tanto de nós mesmos de nosso conhecimento prévio, de nossa experiência e forma de pensar como da realidade das transformações, objetos, processos que estão sendo modelados. A utilidade está que ele é uma representação simplificada do sistema representado. Nesse sentido, um modelo capta apenas alguns elementos, selecionados por quem o constrói, daquilo que ele representa e, portanto, é da natureza dos modelos serem incompletos.

David Ausubel e Colaboradores (1980) colocam que o conhecimento se encontra ligado aos conhecimentos prévios dos indivíduos:

A aquisição de novas informações depende amplamente das ideias relevantes que já fazem parte da estrutura cognitiva, e que a aprendizagem significativa nos seres humanos ocorre por meio de uma interação entre o novo conteúdo e aquele já adquirido. O resultado dessa interação, que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente, é a assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1978).

Se relacionarmos estes conhecimentos prévios com as imagens mentais elaboradas previamente, a aprendizagem se dá através da interação entre as imagens mentais prévias com as novas imagens mentais. Sendo assim, temos que:

A imagem mental é condicionada pela experiência pessoal, pelas influências culturais, pelos estilos pessoais, em poucas palavras, é produto típico do indivíduo, mas com constantes e também conotações comuns entre indivíduos diferentes. Ela pode mais ou menos ser elaborada conscientemente (essa capacidade de elaboração, no entanto, também depende do indivíduo). Todavia, a imagem mental é interna e, pelo menos em primeira instância, involuntária (DÁMORE, 2007).

É papel do professor estimular as imagens mentais prévias dos alunos para que desenvolvam imagens mentais mais elaboradas sobre o conhecimento a ser aprendido para que os estudantes compreendam o que será ensinado.

Assim, este trabalho pode vir a contribuir aos professores que desejam adequar suas práticas de ensino na experimentação virtual, buscando e relacionando os elos entre a tecnologia e o ensino de Química, pois:

O que sabemos é que hoje há computadores nas escolas, ligados ou não à internet, mas não são integralmente aproveitados no processo de ensino e aprendizagem.

Enquanto aqueles professores acostumados a lidar com as tecnologias de informação e comunicação transitam com bastante desenvoltura pelo cenário educacional que incorpora essas tecnologias, muitos há que não se sentem à vontade para utilizar essas ferramentas e vivem, com isso, situações de angústia (BRASIL, 2002).

Perrenoud (2001), um dos principais teóricos do desenvolvimento das matrizes de competências e habilidades na escola, menciona que uma das competências propostas deverá ser a utilização da tecnologia para ensinar e, uma classe dessa tecnologia é conhecida como objetos de aprendizagem.

Consideramos assim, que a realidade apresentada em um simulador mesmo que imaginada, pode contribuir para a compreensão dos conteúdos de forma aplicável, de acordo com as adaptações desenvolvidas para aproximá-las da realidade.

Para Souza (2004), “a utilização de recursos computacionais nas aulas de Química representa uma alternativa viável, pois pode contribuir no processo educacional e na tentativa de contextualizar a teoria e prática”. Considera ainda que a utilização da informática no ensino desse componente auxilia na melhor capacidade de compreensão, de aprendizagem visual na visualização de conceitos abstratos e de fenômenos que ocorrem na escala de dimensões de átomos e moléculas.

Eichler e Del Pino (1988) acrescentam que simuladores, de modelagem e jogos são os que apresentam uma abordagem cognitivista, já que “o aluno é elemento participante da simulação, pois controla variáveis e parâmetros que regem esta simulação”.

Valente (2001), considera os diferentes usos do computador na educação e, sobre a simulação virtual, destaca que ela envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Tais modelos permitem explorar situações fictícias, que apresentam risco através do uso de objetos e ou de produtos químicos e de experimentos de difícil execução. Ainda de acordo com o autor, a construção do conhecimento é contínua, o aluno aprende a construir os conceitos, informações e modelos através da aquisição de instrumental lógico-racional. As simulações são abordadas de uma maneira ilustrada e lúdica, associando, muitas vezes, os conteúdos a situações do cotidiano (VALENTE, 2001).

Referente aos benefícios do uso de um simulador Benite (2008) afirma que:

A possibilidade do professor se apropriar dessas tecnologias integrando-as com ambiente de ensino-aprendizagem de química poder gerar um ensino de química mais dinâmico e mais próximo das constantes transformações que a sociedade tem vivenciado, contribuindo para diminuir a distância que separa a educação básica das ferramentas modernas de produção de difusão do conhecimento.

Salientamos que o uso de um simulador não substitui e ou dispensa o trabalho docente, pois, ele é o mediador da aprendizagem, o papel dessas mídias é coadjuvante, pois trata-se de uma ferramenta de ensino (BARÃO, 2006).

A contribuição que a tecnologia vem apresentando ao ensino de química, através das simulações, é a reversão da situação de afastamento por parte dos alunos em relação a centralização do professor em aula. Segundo Pais (2002), os resultados positivos do uso da informática na escola apresentam relação direta com o nível de interatividade estabelecido entre os alunos e as informações contidas nos recursos trabalhados (softwares e internet).

O uso do computador como um recurso didático pode colaborar para que o conhecimento tenha um grau maior de significação. Mas, para que esta realidade seja efetivada, é essencial perceber que se as ações do usuário não forem correspondidas satisfatoriamente pela configuração do programa, a aprendizagem tende a igualar-se às situações didáticas sem o uso da informática (PAIS, 2002).

Por isso, a escola precisa adaptar-se as possibilidades apresentadas pelas tecnologias, pois não dar sentido a elas pode provocar um distanciamento do ensino e das novas linguagens. O uso da tecnologia no contexto escolar determina oportunidades adicionais aos alunos, rompendo, assim, com os limites da sala de aula.

Neste trabalho, procuramos refletir sobre a abordagem de aprendizagem segundo a Teoria do Conectivismo no contexto das tecnologias, relacionando-a com a teoria utilizada no processo ensino e aprendizagem no âmbito escolar: o Cognitivismo de David Paul Ausubel (1968 – 2008).

2.4 A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

O psicólogo americano David Paul Ausubel (1968-2008), contrário à aprendizagem mecânica, foi um representante do Cognitivismo, defensor do Construtivismo. Apresenta-se a seguir as principais ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa de AUSUBEL (1968; 1978; 1980), (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 1999; MOREIRA, 1982).

De acordo com Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva e segundo ele:

(...) o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999).

Então, esta teoria de aprendizagem significativa de ensino e aprendizagem, leva em consideração o conhecimento prévio do aluno. Este termo é definido por Ausubel (1980) pelo conceito subsunçor e, a relação entre as novas informações e os subsunçores já existentes é chamado de ancoragem. Ou seja, o conhecimento prévio serve como base para a ampliação do conhecimento.

É importante considerar que, caso o aprendiz não possua os subsunçores necessários para ancorar os novos conhecimentos, os subsunçores poderão ser adquiridos de forma mecânica e diferenciados em seu constante uso com diferentes aplicações.

Esta teoria possui como objetivo promover uma aprendizagem não-litera e não arbitrária (ou substantiva), se opondo a aprendizagem mecânica.

A teoria de Ausubel (1980), compreende por aprendizagem significativa a aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não arbitrária e não literal entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação (MOREIRA, 2011).

Para que a aprendizagem se torne mais significativa é necessário que sejam apresentados aos alunos temas que estejam relacionados ao seu cotidiano, desafiando-os, instigando-os a desencadear esse processo; caso contrário, o novo conteúdo passa a ser armazenado de forma isolada, basicamente por memorização, ao nível da Aprendizagem Mecânica e, a oportunidade de formar cidadãos atuantes no contexto em que estão inseridos fica excluída do processo.

As ferramentas necessárias para que ocorra a Aprendizagem Significativa de acordo com Ausubel (MOREIRA, 1999), possui como condições principais: 1) materiais de aprendizagem potencialmente significativos e 2) disposição, por parte do indivíduo que aprende, em relacionar os conceitos apresentados no novo material com conceitos relevantes, já existentes na sua estrutura cognitiva, de forma substantiva e não arbitrária.

Mas, segundo Ausubel (MOREIRA, 1999), o aluno só aprende significativamente se apresentar uma pré-disposição para tal. Mesmo que utilizando no processo de ensinar materiais instrucionais segundo a aprendizagem significativa, ainda assim o aluno, poderá apenas aprender mecanicamente. De mesma forma, o professor utilizando materiais significativos de forma tradicional, também estará promovendo uma aprendizagem mecânica. Isso quer dizer que, o uso de materiais potencialmente significativos não determina a ocorrência de aprendizagem significativa.

A aprendizagem é classificada por Ausubel (1980) em três tipos: representacional, de conceitos e a proposicional. A aprendizagem representacional esta relacionada com a “atribuição de significados a determinados símbolos” (MOREIRA, 1999). A aprendizagem proposicional consiste no entendimento de uma proposição, no ato de "aprender o significado de ideias em forma de proposições" (MOREIRA, 1999) e, a aprendizagem de conceitos, implica na aquisição de significados para um dado conceito.

Para que a aprendizagem significativa seja viabilizada na prática escolar, propomos a aplicação de técnicas de aprendizagem ativa, nas quais o educando assume um papel central na construção de seu conhecimento. A aprendizagem ativa é um modelo de instrução no qual o aluno centraliza a responsabilidade do aprendizado, e o professor atua como facilitador no processo. Na aprendizagem ativa, que inclui um conjunto de técnicas de ensino, o aluno é envolvido em atividades com sua participação intensa, e exercita aspectos como “fazer”, “pensar” e “discutir” (MCKINNEY, 2010; MEYER; JONES, 1993).

Espera-se que a interação entre o aluno e o objeto de estudo por meio de experimentos reais e virtuais resulte em aprendizagem significativa.

Sendo assim, as ferramentas de ensino que este trabalho propõe – o uso de recursos computacionais – está relacionada às condições estipuladas por Ausubel no sentido de que os recursos tecnológicos estão inseridos no contexto escolar. Portanto, quando se complementa em sala de aula o uso de quadro-negro e giz com objetos de ensino, estarão sendo apresentados mecanismos de interação entre o aluno e seus conhecimentos prévios, e, a ênfase torna-se a reflexão dos processos de elaboração do conhecimento científico.

Podemos considerar então que Ausubel, no que se refere a aprendizagem, defende que esta deve ocorrer de modo colaborativo e motivada pelo interesse de quem aprende e isso pode ocorrer com o uso da tecnologia pois possibilita efetuar conexões.

Desta forma pode se constituir numa importante ferramenta para o ensino na era digital.

A psicologia busca definir a motivação utilizando diversas palavras tais como: motivo, interesse, vontade, engajamento, necessidade de realizar atividades. Para, Samulski (2002) a motivação é “caracterizada como um processo ativo, intencional e dirigido a uma meta, o qual depende da interação de fatores pessoais (intrínsecos) e ambientais (extrínsecos)”.

Consideramos assim, que a realidade apresentada em um simulador mesmo que imaginada, pode contribuir para a compreensão dos conteúdos de forma motivacional e aplicável, de acordo com as adaptações desenvolvidas para aproximá-las da realidade.

2.5 A Teoria do Conectivismo

As teorias de aprendizagem tradicionais não foram produzidas em um período em que a educação era influenciada com o uso da tecnologia e, em ambientes virtuais como ocorre atualmente. Este cenário fomenta reflexões referente as práticas e concepções de aprendizagem, principalmente no que se refere as formas de ensinar e aprender que são inerentes ao nosso cotidiano. Sendo assim, autores canadenses como George Siemens (2004) e Stephen Downes (2005) idealizaram e fundamentaram uma nova teoria, pois, segundo eles, as teorias já existentes podem não ser suficientes para compreender os indivíduos do séc. XXI.

Segundo Siemens (2004) "a tecnologia reorganizou o modo como vivemos, como nos comunicamos e como aprendemos" e atualmente, a aprendizagem se desenvolve de diversas maneiras, com ênfase para a aprendizagem informal que ocorre de forma complexa, dinâmica e contínua.

Para estes autores, é necessário acompanhar as transformações e o acesso abundante e facilitado a elas.

Mediante este fluxo de informações, Siemens (2004) propõe que:

O conectivismo apresenta um modelo de aprendizagem que reconhece as mudanças tectônicas na sociedade, onde a aprendizagem não é mais uma atividade interna e individual. O modo como a pessoa trabalha e funciona são alterados quando se utilizam novas ferramentas. O campo da educação tem sido lento em reconhecer, tanto o impacto das novas ferramentas de aprendizagem como as mudanças ambientais na qual tem significado aprender. O conectivismo fornece uma percepção

das habilidades e tarefas de aprendizagem necessárias para os aprendizes florescerem na era digital.

Para os autores conectivistas, o conhecimento é construído através de redes e interações. Esta afirmação reside no fato de que a teoria conectivista está condizente a nova realidade tecnológica e a sociedade em rede. Para Siemens:

O crescimento exponencial do conhecimento, a investigação emergente (em neurociência e em inteligência artificial), novas filosofias do conhecimento (knowing), e a complexidade crescente, que requer um saber e uma interpretação distribuídos, já não encontram respostas suficientes nas grandes teorias da aprendizagem existentes (Siemens apud Mota, 2009).

Na formulação do conectivismo, há diversas contribuições das teorias de aprendizagem já existentes. Segundo Siemens: "todas as ideias são herdeiras de outras e todos os conceitos têm raízes". Assim como as outras teorias de aprendizagem, o Conectivismo possui alguns pontos centrais na sua teoria definidos por Siemens (2008):

- Conectivismo é a aplicação de princípios das redes para definir tanto o conhecimento como o processo de aprendizagem. O conhecimento é definido como um padrão particular de relações e a aprendizagem como a criação de novas conexões e padrões, por um lado, e a capacidade de manobrar através das redes e padrões existentes.
- O conectivismo lida com os princípios da aprendizagem a vários níveis – biológico/neurais, conceituais e sociais/externos.
- O conectivismo concentra-se na inclusão da tecnologia como parte da nossa distribuição de cognição e de conhecimento. O nosso conhecimento reside nas conexões que criamos, seja com outras pessoas, seja com fontes de informação, como bases de dados.
- Enquanto as outras teorias prestam uma atenção parcial ao contexto, o conectivismo reconhece a natureza fluida do conhecimento e das conexões com base no contexto.
- Compreensão, coerência, interpretação (sensemaking), significado (meaning): estes elementos são proeminentes no construtivismo, menos no cognitivismo, e estão ausentes no behaviorismo. Mas o conectivismo argumenta que o fluxo rápido e a abundância de informação elevam estes elementos a um patamar crítico de importância.

Ainda segundo Siemens (2004), o Conectivismo possui princípios que norteiam o processo de ensino-aprendizagem conectivo:

- Aprendizagem e conhecimento apoiam-se na diversidade de opiniões.
- Aprendizagem é um processo de conectar nós especializados ou fontes de informação.
- A capacidade de saber mais é mais crítica do que aquilo que é conhecido atualmente.
- É necessário cultivar e manter conexões para facilitar a aprendizagem contínua.
- A habilidade de enxergar conexões entre áreas, ideias e conceitos é uma habilidade fundamental.
- Atualização (—currency – conhecimento acurado e em dia) é a intenção de todas as atividades de aprendizagem conectivistas.
- A tomada de decisão é por si só um processo de aprendizagem. Escolher o que aprender e o significado das informações que chegam, é enxergar através das lentes de uma realidade em mudança. Apesar de haver uma resposta certa agora, ela pode ser errada amanhã devido a mudanças nas condições que cercam a informação e que afetam a decisão.

Sendo assim, a era tecnológica a qual estamos inseridos, nos permite o acesso rápido a informação tornado importante discernir a relevância destas.

Nesse novo processo de aprendizagem, foi e ainda é questionável o reconhecimento do conectivismo como uma teoria de aprendizado.

Siemens (2006) busca definir sua teoria de aprendizagem partindo de cinco questionamentos feitos por Ertmer e Newby (1993). São elas:

1. Como ocorre a aprendizagem?
2. Quais os fatores que influenciam a aprendizagem?
3. Qual é o papel da memória?
4. Como ocorre a transferência?
5. Que tipos de aprendizagem são mais bem explicados pela teoria?

Para respondê-las, Siemens (2006) sistematizou através de um quadro comparativo (Quadro 1) as teorias de aprendizagem já existentes (Behaviorismo, Cognitivismo, Construtivismo e Conectivismo).

Quadro 1 - Comparação entre as teorias de aprendizagem

Questão	Behaviorismo	Cognitivismo	Construtivismo	Conectivismo
Como ocorre a aprendizagem?	Caixa preta – observável e foco principal no comportamento.	Estruturada, computacional	Social, o significado é criado por cada aprendiz (pessoal)	Distribuída em uma rede, social, avançada tecnologicamente, reconhece e interpreta padrões
Quais os fatores que influenciam a aprendizagem?	Parte de recompensa, punição, estímulo	Esquema pré-existente, experiências prévias	Compromisso, participação, social, cultural	Diversidade das redes
Qual é o papel da memória?	Memória é o circuito de experiências repetidas — onde recompensa e punição são mais influentes	Codificação, armazenamento, recuperação	Conhecimento prévio misturado com o conhecimento atual	Padrões adaptativos, representantes do estado atual, existente em rede
Como ocorre a transferência?	Estímulo, resposta	Duplicando as construções de conhecimento do conhecedor	Socialização	Conectando-se a (mais) nós
Que tipos de aprendizagem são mais bem explicados pela teoria?	Aprendizagem baseada em tarefas	Raciocínio, objetivos claros, resolução de problemas	Social, vaga (mal definido)	Aprendizagem complexa, rápida mudança de núcleo, diversas fontes de conhecimento

Fonte: (SIEMENS, 2006).

Ao verificar o quadro a acima, percebemos que todas as perguntas foram respondidas. Podendo assim, o Conectivismo ser considerado como uma teoria também.

Downes (2012) define para o conectivismo que o conhecimento é o conjunto de conexões formadas por ações e experiências, ele pode ocorrer quando nos conectamos a diferentes redes e interpretamos novas informações (DOWNES, 2012). Para este autor, as relações são formadas através de associações. Então, o conhecimento pode vir a ocorrer através das redes nas quais estamos ligados.

Podemos considerar que o Conectivismo está relacionado com o Cognitivismo através da aprendizagem significativa, em que o conhecimento ocorre e ou sofre alteração, quando o indivíduo estabelece novas conexões, e isso ocorre porque possui interesse no objeto de estudo que é significativo. As redes tornam a aprendizagem significativa pois estimulam a pesquisa, a iniciativa e o poder de decisão ancorados nos seus conhecimentos prévios. Assim sendo, podem ser utilizadas para a aprendizagem na era tecnológica a qual estamos inseridos.

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Diversas pesquisas no âmbito da didática das ciências têm apresentado as concepções dos estudantes acerca dos conhecimentos científicos relacionados aos conceitos da química, entre os autores nos últimos anos cita-se Barker (2000) e Taber (2000).

Para as principais noções relacionadas a química sobre os estados de agregação da matéria encontradas em Barker (2000), tem-se que os estudantes apresentam dificuldades na compreensão de afirmações básicas sobre a natureza da matéria e, segundo Taber (2000), o professor deve considerar estas concepções alternativas manifestadas por seus alunos para elaborar suas estratégias de ensino, visando uma melhor compreensão conceitual.

O efeito dos conceitos ensinados bem como as concepções alternativas é uma das evidências de uma pesquisa desenvolvida em Israel (NAHUM, HOFSTEIN, MAMLO-NAAMAN e BAR-DOV, 2004), em que os autores destacam que os estudantes muitas vezes sabem como definir os conceitos, mas não entendem seus significados com relevância.

Estudos desenvolvidos por Ebenezer e Erickson (1996), os quais utilizaram desenhos para apoiar suas explicações, ponderam que a interação e, também, a distinção entre as propriedades macroscópicas e microscópicas é uma característica importante da química para a compreensão dos conceitos.

Sendo assim, verifica-se a necessidade do professor do componente curricular de Química em considerar as concepções alternativas de seus alunos, buscando articular os níveis macroscópico, microscópico e simbólico, sem priorizar a memorização, mas sim, de apresentar suas inter-relações conceituais.

No ensino de Química, pesquisas realizadas por Mortimer (1995), Furió (1993), Machado e Aragão (1996) entre outros, consideram que o ensino tradicional não vem contribuindo de forma efetiva na aquisição de conteúdos necessários para o aprendizado de conceitos fundamentais da química.

Segundo o PCN+ (2002), “a Química deve ser apresentada e estruturada sobre o tripé: transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos”.

Nesta perspectiva, os temas estados físicos da matéria e transição de fases são imprescindíveis na compreensão de propriedades dos materiais, além de permear diversos campos do conhecimento.

Utilizando o modelo tradicional de ensino, tais temáticas são abordadas por professores com auxílio dos livros-textos como modelos prontos baseados em proposições do conhecimento científico, a partir daí, é que surgem as concepções alternativas.

Isso é o que nos leva neste projeto a refletir sobre a busca de uma proposta pedagógica alternativa e ou complementar ao modelo de ensino vigente para a área de química, que utiliza a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) visto que, a informática está inserida em quase todas as esferas da educação brasileira, e, ainda, percebe-se que os alunos utilizam a linguagem das ciências, mas, sem entender o seu real significado.

3.1 Dificuldades na Aprendizagem de Química

Com base em alguns autores, buscamos fazer um estudo sobre os principais obstáculos que os alunos apresentam na aprendizagem de Química.

Crespo (1996) destaca que é necessário levarmos em conta a origem das dificuldades, por ele muito relacionadas com características próprias da disciplina. A Química estuda a estrutura da matéria e suas propriedades e, descreve fenômenos que não conseguimos enxergar ou perceber através de nossos sentidos tornando-se, portanto, uma disciplina bastante complexa. Além disso, a Química utiliza uma linguagem própria, simbólica, que pode tanto facilitar como dificultar a compreensão, o que pode levar os alunos à ideias errôneas do que estão estudando.

Para este autor, a maior parte das dificuldades apresentadas estão interligadas entre si, assim, os conteúdos e também as dificuldades relacionadas com sua aprendizagem, podem ser agrupadas em três campos conceituais: a natureza corpuscular da matéria, conservação de propriedades não observáveis e relações quantitativas.

3.1.1 Natureza Corpuscular da Matéria

Pozo e Crespo (1998) para este campo conceitual, relacionam conteúdos vinculados à concepção de descontinuidade da matéria, tais como átomo e molécula. Estes autores consideram que a compreensão deste campo conceitual é básica para o entendimento de qualquer fenômeno e ou propriedade que a matéria experimenta. No entanto, a maioria dos alunos, ao descreverem fenômenos da matéria, recorrem a explicações macroscópicas, “mais próximas às dimensões físicas do mundo real frente às microscópicas do modelo corpuscular”. Mas, não basta aceitar o modelo corpuscular para interpretar as propriedades da matéria. É necessário saber usá-lo e os alunos na maioria das vezes acabam atribuindo propriedades errôneas às partículas e, confundindo suas próprias concepções e as científicas, aparecendo uma tendência a interpretar o mundo microscópico em termos macroscópicos, concepção epistemológica que Pozo e Crespo (1998) classificam de “realismo ingênuo”. Isto é reforçado por Rosa e Schnetzler (1998), comentando diversas pesquisas sobre o tema. Estes autores constataram que existem grandes dificuldades para os alunos mudarem sua interpretação do campo fenomenológico (realismo ingênuo, Segundo Pozo) para o nível atômico-molecular (ou realismo interpretativo, Segundo Pozo), pois, por exemplo, atribuem propriedades como cor e fase à átomos e moléculas. Ainda com base nessas pesquisas, Rosa e Schnetzler (1998) constataram que:

Mesmo após terem tido aulas de Química, poucos alunos empregam conceitos de átomos e moléculas em seus raciocínios sobre transformação Química. Muitos concebem o nível atômico-molecular como uma extrapolação do nível fenomenológico. Em outras palavras, o que se aplica ao macro, também se aplica ao micro.

3.1. 2 Conservação de Propriedades não Observáveis

Neste campo conceitual, estão incluídos conteúdos relacionados com a concepção de conservação da matéria, tais como estados da matéria, mudanças de estado, soluções e reações químicas. No caso da Química, Segundo Crespo (1998), a conservação vai muito além do observável, como já comentado anteriormente.

Para estudar os fenômenos da matéria e entender a diferença entre as transformações químicas e físicas, por exemplo, é necessário levar em conta duas propriedades da matéria diferentes, porém relacionadas: a quantidade (massa) e a qualidade (substância). Nos fenômenos físicos (mudanças de estado) há conservação das duas propriedades enquanto que nos fenômenos químicos altera a identidade da substância enquanto que a massa pode conservar-se ou não, em função da reação acontecer em um sistema aberto ou fechado.

Novamente os alunos baseiam suas respostas em função do observável, dos aspectos inicial e final da matéria. Por isso, para eles, é mais fácil compreender a conservação depois da transformação, quando se percebe algum indício da substância original (por exemplo uma mudança de estado que dê lugar a um gás colorido, como a sublimação do iodo).

Sabe-se que compreender a conservação da substância é necessário para diferenciar fenômenos físicos de químicos. Porém, esta compreensão qualitativa das transformações da matéria, a permanência ou não de uma substância depois de um fenômeno, traduz, desta forma, mais uma dificuldade apresentada pelos alunos do ensino médio, o que é reforçado por Mortimer e Miranda (1995).

Sobre este tema, estes autores acrescentam que os estudantes do ensino médio apresentam uma grande dificuldade em ultrapassar os aspectos perceptivos de uma transformação e que dificilmente eles reconhecem similaridade entre fenômenos que possuem aspectos perceptivos diferenciados. Para eles:

“esta dificuldade em ultrapassar os aspectos perceptivos faz com que os alunos, muitas vezes, não reconheçam o papel de reagentes e produtos não tão perceptivos como por exemplo, os gases” (p.23).

Além do exposto até aqui, também merece atenção, pela sua importância no ensino de Química, a natureza dos livros didáticos utilizados em aulas, como livro texto para os alunos ou como referência para os professores.

3.2 Os Livros Didáticos

Segundo Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001), alguns professores não questionam o conhecimento químico apresentado nos livros e o aceitam como correto e definitivo, limitando-se, na escolha dos livros que adotam para nortear suas atividades em aula e se estes, e fazem alguma alusão aos conhecimentos cotidiano dos alunos, pois:

Com a intensificação do trabalho do professor e as adversidades que tornam os saberes de sua prática difíceis de serem gerenciados, os recursos literários são os refúgios que acabam por definir a ação docente, que são pouco ou nada contestáveis (p.10).

Assim, o livro didático define a natureza dos currículos escolares, pois, de acordo com estes autores, a escolha do livro didático limita-se a questões econômicas e estéticas, enquanto que as questões sociais e epistemológicas são relegadas a um segundo plano.

Mortimer (1988) está entre os autores que abordam a questão dos livros didáticos de Química e, afirma que grande parte dos livros utilizados mantém a mesma estrutura conceitual da década de 70, quando sofreram influência do movimento tecnicista, privilegiando um ensino transmissivo, uma aprendizagem receptiva e uma concepção dogmática da ciência.

Segundo o autor, a forma na qual essa pedagogia foi implantada nos livros didáticos é danosa para o ensino de Química pois, de acordo com a pedagogia tecnicista, os melhores conteúdos são os que podem ser avaliados por questões objetivas, de múltipla escolha. Assim, a especificidade de cada conteúdo é relegada a um segundo plano e os livros didáticos transformam-se em guias metodológicos de qualidade duvidosa, que simplificam o conteúdo das disciplinas em nome de uma pretensa objetividade.

Sob influencia tecnicista, a alteração ocorrida nos livros didáticos diz respeito à apresentação. Os livros didáticos passaram a incorporar uma série de conceitos em

destaque, títulos de tamanhos e cores variadas, ilustrações, tabelas e gráficos em número exagerado e o número de exercícios cresce em número exagerado, mas apenas no aspecto formal, pois a maioria deles exige apenas a habilidade de memorização dos conteúdos.

Outra questão esta relacionada ao uso inadequado de analogias e, segundo Monteiro; Justi (2001) o caráter abstrato dos conteúdos de Química favorece o uso exagerado de analogias nos livros didáticos de Química, induzindo, por outro lado, a erros conceituais e ou reforçam concepções alternativas que os alunos possuem em relação a vários conceitos químicos.

Apesar de Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001) criticarem o mau uso dos livros didáticos de Química por parte dos professores, afirmando que estes os utilizam para orientar suas aulas, Machado e Aragão (1996), no entanto, entende que o livro didático, por mais precário que seja, é melhor do que nenhum livro, se utilizado adequadamente.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

A produção educacional resultante desta pesquisa foi realizada através de uma proposta de um conjunto de atividades a ser utilizada em aulas de Química do Ensino Médio.

Entre os objetivos têm-se o uso da tecnologia por meio do uso de simulador computacional buscando a melhoria na compreensão a nível microscópico e da capacidade argumentativa dos estudantes no conteúdo Estados Físicos da matéria e suas transformações.

Nesse sentido, apresentamos neste capítulo a metodologia utilizada na elaboração e na aplicação da Sequencia Didática, seus objetivos, participantes e local onde foi desenvolvida, materiais e os instrumentos de pesquisa utilizados.

4.1 Tipo de Pesquisa

Para avaliação do conjunto de atividades planejamos uma pesquisa com coleta de dados que foi realizada no ambiente educacional onde os fatos de interesse aconteceram, e, portanto, a pesquisa possui característica empírica.

Como se pretendia avaliar a eficácia da sequência didática quanto à compreensão e o desempenho dos alunos acerca do tema estados físicos da matéria, foram utilizados métodos qualitativos e quantitativos. Assim, quanto ao seu objetivo, a pesquisa possui característica quali-quantitativa (MOREIRA, 2007).

Para essa avaliação, o estudo foi controlado, ou seja, o conjunto de atividades propostas foi aplicada em uma turma de alunos cujo tema foi desenvolvido dentro do modelo de ensino e aprendizagem ativa com apoio dos experimentos real e simulado (turma A ou amostra experimental) e os resultados obtidos sobre a compreensão e desempenho destes alunos foram comparados com os resultados obtidos de uma turma de alunos que teve o ensino deste tema utilizando apenas aulas expositivas e atividades de experimentação (turma B ou amostra controle), sem o uso de simuladores computacionais como utilizado na turma experimental de ensino. Foi feita uma escolha aleatória de qual das turmas seria a turma experimental e qual seria a turma controle.

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficácia de um conjunto de atividades para a aprendizagem de alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular sobre o tema estados físicos da matéria com o apoio de simuladores moleculares e experimento de bancada.

4.3 Local e Participantes

As atividades propostas foram implementadas no ano de 2015, em 2 turmas do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Presidente Emílio Garrastazu Médici, esta instituição é da rede particular da educação básica do município de Bagé.

Este colégio é mantido pela FUNDAÇÃO BRADESCO, entidade privada de caráter filantrópico sem fins lucrativos, com Estatuto registrado no 2º Oficial de Registro Civil de Pessoas Jurídicas de Osasco/SP, declarada de Utilidade Pública pelo Decreto Federal nº 86.238, de 30 de julho de 1981, publicado no D.O.U. de 31 de julho de 1981 e mantido pelo Decreto Federal de 27 de maio de 1992, publicado no D. O. U. em 28 de maio de 1992, sediada na Cidade de Deus s/nº, Vila Yara, Osasco/SP, CEP 06029-900. Inaugurada em 05 de março de 1974.

A Instituição tem como missão promover a inclusão social por meio da educação e atuar como multiplicadora das melhores práticas pedagógico-educacionais, beneficiando a população brasileira socioeconomicamente desfavorecida.

Atualmente a instituição conta com 77 funcionários e 883 alunos na Educação Básica.

O primeiro grupo foi constituído de 21 alunos que realizaram a experimentação real, mas não utilizaram o recurso tecnológico, ou seja, sem a aplicação do experimento virtual (turma de controle).

O segundo grupo, formado por 14 alunos, participaram de todas as etapas da pesquisa, realizando as atividades propostas de experimentação real e simulada (turma experimental).

Os estudantes do segundo grupo (turma experimental) foram submetidos a uma avaliação prévia, a um pré-teste, e a interagir com o objeto virtual de aprendizagem durante o desenvolvimento da sequência didática e ainda, com a possibilidade

de usá-lo fora da escola. Para eles, foi aplicada uma nova avaliação, esta, com caráter formativo para validar a eficiência da proposta de produção educacional – estes, foram considerados como sujeitos de pesquisa do trabalho.

Foram previstos 6 encontros de 2 horas-aula para o desenvolvimento da proposta, totalizando 12 horas-aula.

4.3.1 Aspectos Éticos

Para realização deste trabalho, foi solicitada anuência a Direção da escola e, os alunos que aceitaram participar voluntariamente da proposta desta pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE H). Esta pesquisa foi dispensada de avaliação pelo comitê de ética da Universidade Federal do Pampa.

Os instrumentos de coleta de dados aplicados foram todos preenchidos com o número de matrícula dos alunos.

4.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para análise qualitativa e quantitativa os instrumentos de coleta de dados utilizados foram organizados no quadro a seguir, relacionando-os ao tipo de análise:

Quadro 2: Instrumento de coleta de dados utilizados na pesquisa

Instrumento	Pesquisa
Guias de aula prática experimental Guias de aula prática com simuladores Questionário de opinião Observações do pesquisador	Análise Qualitativa
Pré e pós teste de conhecimento Pré e pós teste de motivação para aprender	Análise Quantitativa

Fonte: Construção do Autor

Desenvolvido por Neves e Burochovitch (2007), no formato de teste de Likert com três níveis, o Teste de Motivação para Aprender foi aplicado em dois momentos distintos: no início e fim da pesquisa (ANEXO A).

Além deste instrumento, a pesquisa teve início com a aplicação de um pré-teste de conhecimentos no qual constam questões de múltipla escolha elaboradas nesta pesquisa (APÊNDICE A) e, com um questionário de opinião aos alunos envolvidos (APÊNDICE G).

Os guias de atividades de experimentação real (APÊNDICE B, C e D) e virtual (APÊNDICE E e F) propostos neste trabalho foram construídos de acordo com os objetivos de aprendizagem determinados no planejamento didático para as atividades.

4.5 Análise e Avaliação das Atividades

Foi feita uma análise estatística descritiva (medidas de tendência central, e medidas de variabilidade) dos resultados dos testes de múltipla escolha pré e pós-teste, e dos resultados dos exercícios dos Guias de Atividades, nas turmas controle e, na experimental. Estas análises foram utilizadas para avaliar a compreensão e o desempenho dos alunos de ambas as turmas, comparativamente uma a outra. Por outro lado, também foi analisado o ganho de aprendizagem de cada turma, verificando os resultados do pré e pós-teste para cada uma delas separadamente. Foi realizada, também, uma análise qualitativa do discurso argumentativo dos alunos da turma experimental a partir das respostas dos Guias de Atividades.

A avaliação do conjunto de atividades esta baseada nos resultados de compreensão e desempenho.

Para efetuar análises de resultados em pesquisas, o pesquisador precisa utilizar instrumentos estatisticamente comprovados como válidos. Para ser considerada de qualidade os instrumentos de coleta de dados precisam ser bons, a fim de evitar interpretações equivocadas, o que pode acarretar danos a investigação. Na seleção dos testes duas características são desejáveis: fidedignidade (medidas consistentes/exatidão) e validade (mede o que se propõe) (ROSA; MOREIRA, 2007).

4.5.1 Análise do Pré e Pós Testes de Conhecimentos

Foi construído um teste de conhecimento contendo 12 questões objetivas de múltipla escolha e uma questão descritiva que abordam o conteúdo: Estados Físicos da Matéria e suas Transformações, apresentado no APÊNDICE A.

4.5.1.1 Fidedignidade do Teste

O teste de conhecimentos (APÊNDICE A) foi analisado quanto a fidedignidade dos dados utilizando a estatística Kuder-Richardson Fórmula 20 (KR-20), medida que apresenta valores entre 0,00 e 1,00. Os valores de KR-20 aumentam com o número de questões e para confiabilidade dos dados em pesquisas educacionais, são aceitos valores acima de 0,70. (ROSA; MOREIRA, 2013; ZAIONTZ, 2015). Os dados foram organizados e analisados utilizando planilhas eletrônicas Excel com o uso do módulo de software estatístico *Real Statistics Using Excel*, desenvolvido por Zaiontz (2015).

4.5.1.2 Análise dos Itens do Teste

A dificuldade e a discriminação são duas medidas que avaliam a eficiência de um item de um teste. A dificuldade do item pode ser calculada através do número de alunos que responderam corretamente a questão em relação ao número total de participantes e apresenta valores entre 0,00 e 1,00.

$$\text{proporção de acertos} = \frac{\text{número de participantes que escolheu a opção certa}}{\text{número de participantes}}$$

Um valor de dificuldade do item próximo de 0,00 pode indicar que o grupo de participantes não possui o conhecimento a que o item se refere ou que o item não está bem formulado. Valores muito elevados ou muito baixos do índice de dificuldade não são aceitos, pois, não discriminam os participantes que possuem maior conhecimento dos que os que não o possuem (EDUCATION.COM, 2015).

Para medir o índice de discriminação que distingue os participantes com alta capacidade daqueles que têm baixa, ocorre a separação em dois grupos. O primeiro é composto pelos alunos que obtiveram a maior nota no teste; e o segundo grupo, daqueles que obtiveram as menores notas. Usualmente cada um dos grupos é formado por aproximadamente 1/3 dos participantes.

Os valores podem ser obtidos calculando a diferença entre o percentual do primeiro grupo pelo percentual de sujeitos do segundo grupo:

$$\text{Índice Discriminação} = \frac{H - L}{0,33 \times N}$$

H = nº de respostas corretas dos alunos do grupo de alta desempenho

L = nº de respostas corretas dos alunos do grupo de baixa desempenho

N = nº total de alunos que participaram do teste

O valor do resultado varia entre -1,00 até 1,00. Valores próximos de 1,00 indicam que o item é eficiente para discriminar os participantes que apresentam um bom desempenho dos que não obtêm um bom desempenho. Os valores negativos indicam que estudantes do grupo de baixo desempenho tendem a acertar o item mais vezes do que estudantes do grupo de alto desempenho, indicando que o item não é aceitável e, valores próximos do zero indicam que o item não discrimina entre os dois grupos, ou seja, não discrimina entre estudantes que tiveram alto desempenho daqueles que tiveram baixo desempenho (EDUCATION, 2015; ZAIONTZ, 2015).

4.5.1.3 Estatística Descritiva

Para análise dos resultados dos testes de conhecimento e o de motivação para aprender, foi utilizada a estatística descritiva com o cálculo de valores entre as medidas de tendência central, com o uso da média aritmética e a mediana, e a dispersão de dados, através do desvio padrão e da faixa interquartil.

A média aritmética é calculada através da razão entre a soma dos dados e número de elementos considerados, já a mediana é o valor central de um conjunto de dados ordenados. A mediana pode ser considerada menos sensível a valores discrepantes que podem ser explicados pela variabilidade ou indicar erro.

A medida da variabilidade dos dados pode utilizar o desvio padrão e a faixa interquartil. O desvio padrão mostra o quanto de variação existe dos dados em relação à média, e a faixa interquartil é definida como a diferença entre o quartil superior (Q3) e o quartil inferior (Q1) do conjunto de dados. O quartil inferior (Q1) é a faixa abaixo de onde estão um quarto dos dados e o quartil superior (Q3) é a faixa abaixo de onde estão valores abaixo de três quartos. Os quartis são obtidos após a ordenação crescente e divisão dos dados em quatro conjunto iguais. O quartil Q1 corresponde aos valores que ficam na divisão entre o primeiro e o segundo conjunto e o quartil Q3 são os valores que ficam entre o terceiro e o quarto conjunto.

O teste de hipótese foi feito para comparar o teste de conhecimento e a motivação para aprender antes e após a intervenção didática, e verifica uma possível evolução estatisticamente significativa. Sendo assim, são elaboradas duas hipóteses conflitantes: a nula (H_0), que corresponde aos aspectos das variáveis que desejamos rejeitar; e uma hipótese alternativa (H_1) onde se especifica os valores que se pretende que os parâmetros confirmem.

A seguir são apresentadas as hipóteses elaboradas para análise do teste de conhecimento e do teste de motivação para aprender.

Quadro 3 - Hipóteses e alternativas utilizadas nos testes de hipótese para análise do teste de conhecimento e motivação para aprender

Hipótese	Teste de Conhecimento	Teste de Motivação para Aprender
H₀ (Nula)	Não há aumento no desempenho dos participantes quanto aos conhecimentos após a intervenção didática, ou seja, as diferenças de escores observadas não são estatisticamente significantes	Não há aumento na motivação para aprender dos participantes após a intervenção didática, ou seja, as diferenças de motivação observadas não são estatisticamente significantes
H₁ (Alternativa)	Há aumento do desempenho dos participantes no teste de conhecimento após a intervenção didática	Há aumento na motivação para aprender dos participantes após a intervenção didática

Fonte: Construção do autor

O objetivo principal deste teste é determinar se há mudança estatisticamente significativa entre os conjuntos analisados. Para isso, é calculado um parâmetro sensível à diferença entre a hipótese nula e a alternativa. Posteriormente é obtido um valor-p, relacionado à probabilidade de obter um valor maior ou menor considerando a hipótese nula. A hipótese nula é descartada se o valor-p for menor do que um valor determinado pelo pesquisador, conhecido como nível de significância. Nesta pesquisa utilizamos o valor de 0,05 para o nível de significância, indicando que se o valor-p for menor do que 0,05 implica em rejeição da hipótese nula e consequente aceitação da hipótese alternativa. Porém, existe a probabilidade de que os dados da amostra resultem em teste de hipóteses incorretos. Há duas classificações possíveis quanto ao erro: do tipo I, consiste em rejeitar a hipótese nula, indicando que a hipótese alternativa está correta. Do tipo II, ocorre quando aceitamos a hipótese nula, indicando que a hipótese alternativa esta errada.

Neste trabalho foi utilizado o teste de hipótese não paramétrico de Wilcoxon pareado unilateral, pois a amostra possui menos de 30 participantes e assim, a distribuição da amostra normal não é garantida. Este teste calcula as diferenças inter pares e posteriormente ordena os valores absolutos. A posição de cada diferença é multiplicada pela diferença interpar, e os valores resultantes são somados obtendo-se o valor do teste estatístico que é utilizado no teste de hipótese (ZAIONTZ, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados da análise quantitativa dos testes de conhecimento e de motivação.

5.1 Fidedignidade do teste

Para analisar o teste de conhecimento proposto foi utilizado o teste estatístico de Kuder-Richardson (KR-20) e, o valor do coeficiente obtido está apresentado no quadro a seguir, indicando uma estimativa da fidedignidade do teste de conhecimento. São indicados no quadro 4 os resultados para KR-20 para as turmas A (experimental) e B (controle).

Quadro 4 – Confiabilidade do teste e fidedignidade para as amostras

Índice	Pré-Teste	Pós-Teste
Kuder-Richardson (KR-20)	0,4568 A	0,5348 A
	0,3496 B	0,2215 B

Fonte: Construção do Autor

Observa-se que os valores do índice KR-20 tanto no pré e pós-testes apresentam valores superiores para a turma A em comparação com a turma B. Sendo assim, podemos considerar que a turma A é formada por um conjunto de alunos significativamente diferente dos alunos da turma B.

Comparando-se os valores do índice KR-20 para o pós-teste, chama atenção o fato de que a turma A apresenta um valor bastante superior ao da turma B, isso pode estar relacionado ao fato de os alunos da turma A foram submetidos a experimentação virtual, o que não ocorreu com os alunos da turma B.

Quanto a avaliação da confiabilidade do questionário, não há um valor padrão mínimo para o KR-20 para que o teste seja considerado aceitável. Para dados em pesquisas educacionais, são aceitos valores acima de 0,70 para o índice KR-20 em questionários com número de questões acima de 50. (ROSA; MOREIRA, 2013; ZAI-ONTZ, 2015). No caso do questionário avaliado, o valor do KR-20 de 0,5348 pode

ser considerado como aceitável considerando que o questionário apresenta 12 questões, que é um número relativamente pequeno.

De acordo com o critério de aceitação para a dificuldade de um item ou questão (entre 0,20 e 0,85) e índice de discriminação ($< 0,30$), foram retirados itens do teste de conhecimento (APÊNDICE A).

Levando em consideração estes critérios, foram retirados do Teste de Conhecimento 04 itens (1,4,10 e 12). O teste de conhecimentos apresentou um valor de KR-20 de 0,584 valor este aceitável para questionários que apresentam um número relativamente pequeno de questões. Os itens podem ser observados no quadro abaixo:

Quadro 5 – Índices de discriminação e de dificuldade por item do teste de conhecimento

Item	Índice de Dificuldade	Índice de Discriminação
1	0,72	0,19
2	0,82	0,32
3	0,46	0,77
4	0,18	-0,09
5	0,33	0,78
6	0,82	0,33
7	0,26	0,42
8	0,72	0,36
9	0,59	0,48
10	0,95	0,15
11	0,72	0,45
12	0,13	0,22

Fonte: Construção do Autor

Neste quadro, encontram-se em negrito os itens não aceitáveis segundo os critérios propostos para o índice de dificuldades e de discriminação.

5.2 Estatística Descritiva

As tabelas a seguir, apresentam os dados estatísticos da média, mediana, desvio padrão e a faixa interquartil obtidos pelos participantes nos pré e pós testes de conhecimento:

Tabela 2: Dados estatísticos do teste de conhecimento - Turma A

	Participantes	Média	Desvio padrão	Mediana	Faixa interquartil
Pré teste	14	4,50	1,45	5,00	2,50
Pós teste	14	5,86	1,56	6,00	2,00

Fonte: Construção do Autor

Tabela 3: Dados estatísticos do teste de conhecimento -Turma B

	Participantes	Média	Desvio padrão	Mediana	Faixa interquartil
Pré teste	21	4,14	1,71	4,00	2,00
Pós teste	21	4,43	1,66	4,00	2,00

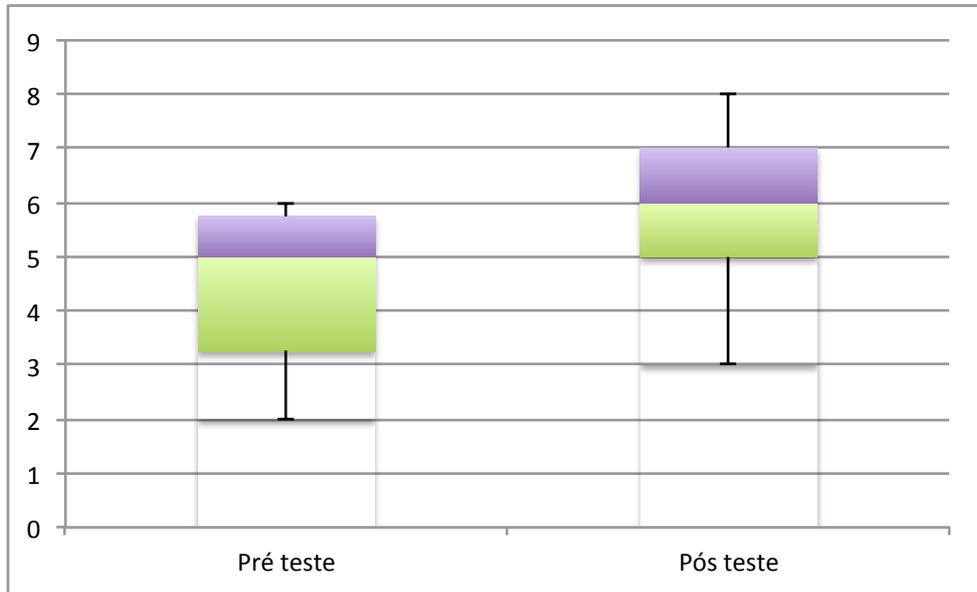
Fonte: Construção do Autor

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, para turma A a média dos escores obtidos no pós-teste foi superior à média obtida no pré-teste, o desvio padrão aumentou, indicando que aumentou a variabilidade dos valores dos escores.

Observando as Tabelas 2 e 3 e as Figuras 1 e 2 tem-se outra forma de apresentar os dados. Na forma de diagrama de caixas, podemos visualizar de forma ampla os dados apresentados e comparar os dados da mediana, da faixa interquartil e, ainda, analisar a dispersão dos escores obtidos.

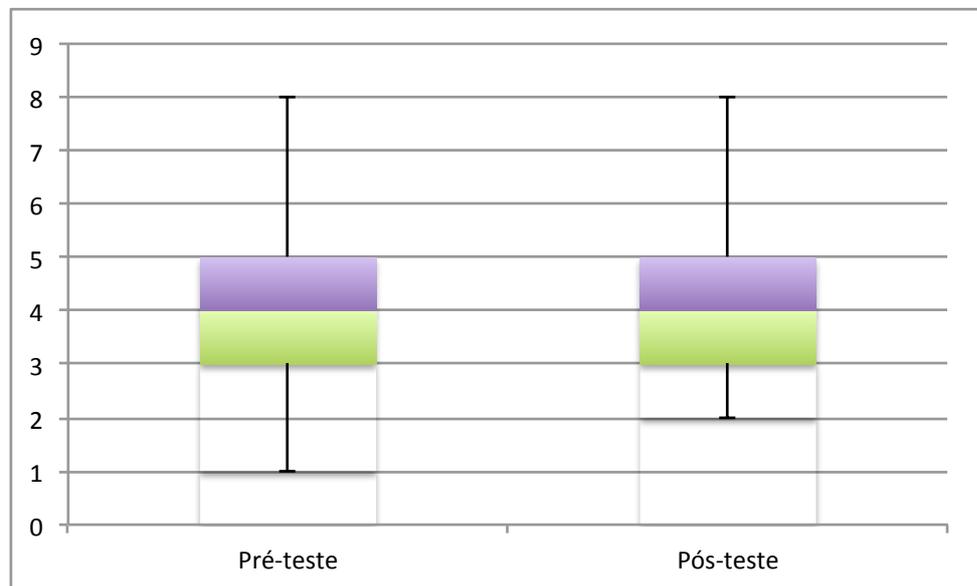
De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 e Figura 1, para turma A, a média dos escores obtidos no pós-teste foi superior à média obtida no pré-teste, o desvio padrão e a faixa interquartil não sofreram alterações significativas.

Figura 1 - Diagrama de caixas para os escores do teste de conhecimento da turma A. O segmento de cor verde corresponde ao quartil inferior e o segmento lilás ao quartil superior.



Fonte: Construção do Autor

Figura 2 - Diagrama de caixas para os escores do teste de conhecimento da turma B. O segmento de cor verde corresponde ao quartil inferior e o segmento lilás ao quartil superior.



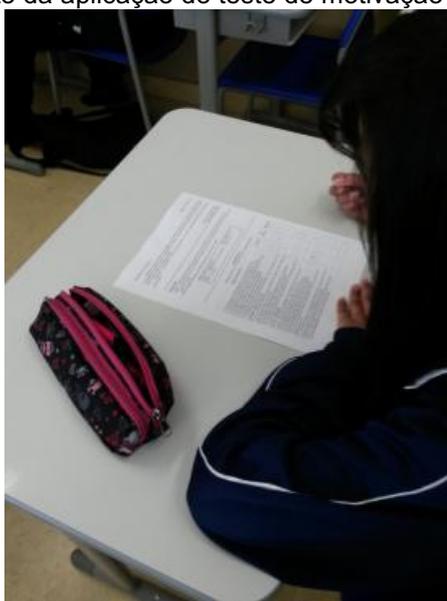
Fonte: Construção do Autor

De acordo com os resultados apresentados para turma A é possível verificar um aumento significativo de escores do teste de conhecimento após a aplicação da proposta educacional, avaliado tanto através da média como da mediana. Em relação a dispersão dos resultados avaliado pelo desvio padrão e faixa interquartil não ocorreu

aumento significativo. Entretanto no caso da turma B este comportamento não é observado pois os valores da média e da mediana não sofreram alterações significativas (Tabela 3 e Figura 2).

5.3 Teste de Motivação para Aprender

Figura 3 - Foto da aplicação do teste de motivação para aprender



Fonte: Foto do Autor

O teste de motivação para aprender (NEVES; BORUCHOVITCH, 2007) possui 31 questões, entre elas, 16 referem-se a motivação intrínseca e 15 referem-se a motivação extrínseca. A motivação intrínseca depende exclusivamente do indivíduo e, a motivação extrínseca trata-se da motivação relacionada a fatores externos, ou seja, que vêm de fora para dentro. O valor máximo da pontuação é 93 pontos, e o valor mínimo é de 31 pontos, desconsideradas as questões já retiradas do teste pelos autores. Considerando-se somente a motivação intrínseca, o valor máximo de pontos no teste é 48 e valor mínimo é de 16 pontos. Quanto a escala de motivação extrínseca, o valor máximo é de 45 pontos e o valor mínimo de 15.

Nas tabelas 4 e 5 constam os dados estatísticos referentes ao pré e pós - teste de motivação para aprender, apresentando os dados da média, mediana, desvio padrão e a faixa interquartil obtida pelos participantes e ainda, comparando os resultados entre os testes:

Tabela 4 - Dados estatísticos do teste de motivação total para aprender - Turma A

	Participantes	Média	Desvio padrão	Mediana	Faixa inter-quartil
Pré teste	16	63,80	5,63	63	5,50
Pós teste	13	59,69	2,81	59	3,00

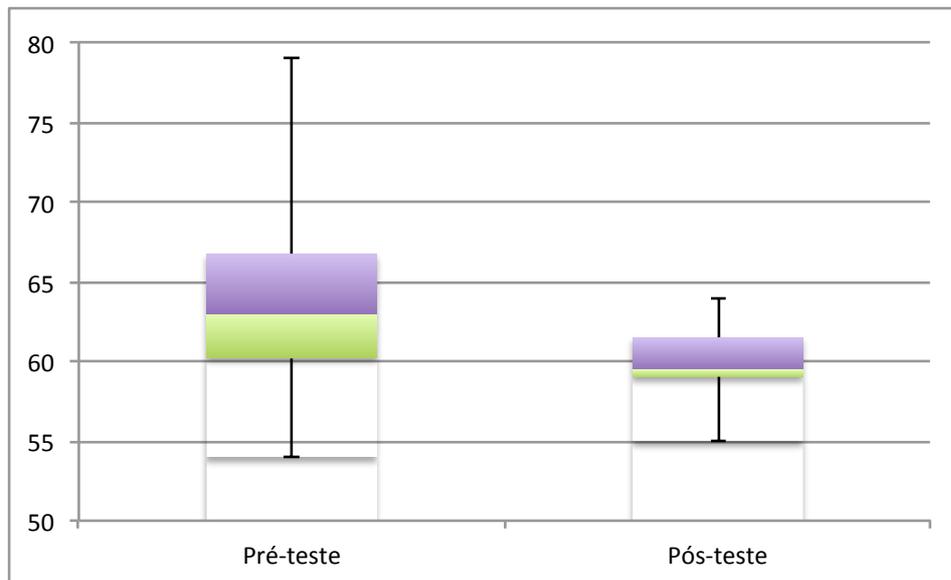
Fonte: Construção do Autor

Tabela 5 - Dados estatísticos do teste de motivação total para aprender - Turma B

	Participantes	Média	Desvio padrão	Mediana	Faixa inter-quartil
Pré teste	29	61,10	3,84	61	6,00
Pós teste	20	61,15	3,86	62	5,00

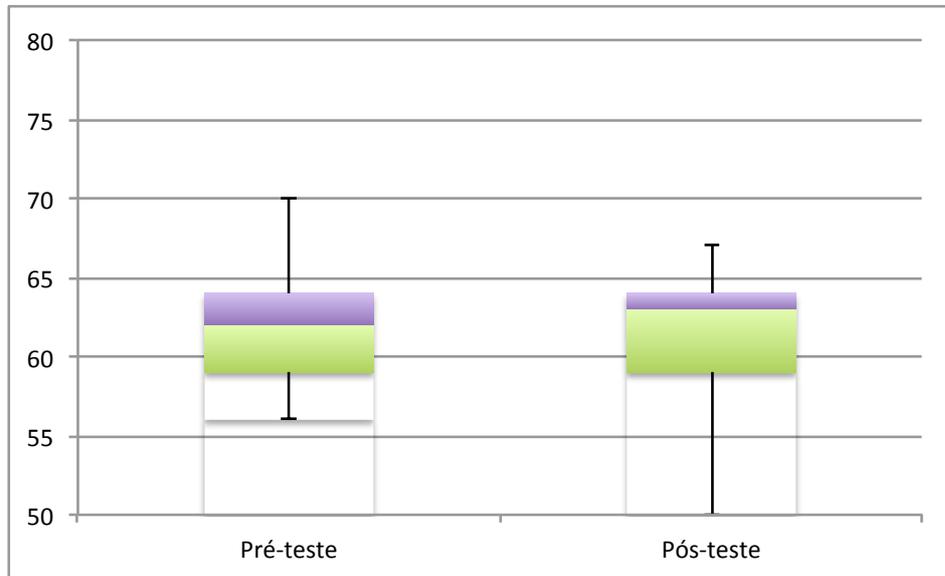
Fonte: Construção do Autor

Figura 4 - Diagrama de caixas para os escores de motivação total da turma A. O segmento de cor verde corresponde ao quartil inferior e o segmento lilás ao quartil superior.



Fonte: Construção do Autor

Figura 5 - Diagrama de caixas para os escores de motivação total para a turma B. O segmento de cor verde corresponde ao quartil inferior e o segmento lilás ao quartil superior.



Fonte: Construção do Autor

O valor central de motivação total para aprender é segundo a escala descrita é 62, o que é aproximadamente o valor de motivação média obtida para as turmas A e B aproximadamente. Podemos considerar esse valor adequado para aprendizagem efetiva sendo que ela não é baixa demais nem excessivamente elevada.

De acordo com os resultados apresentados, podemos observar que não há uma redução significativa de motivação para aprender comparando o antes e após a aplicação da proposta educacional em ambas as turmas.

5.3.1 Teste de Hipóteses do Desempenho do Teste de Conhecimentos

Figura 6 - Foto da aplicação do teste de conhecimentos



Fonte: Foto do Autor

Foi realizada análise do desempenho dos participantes nos pré e pós testes de conhecimentos utilizando como ferramenta a estatística não paramétrica de Wilcoxon pareado unilateral, verificando a hipótese nula e alternativa dos escores dos participantes.

Este teste (Wilcoxon signed-ranks test) é de hipótese não paramétrico para comparação de duas amostras pareadas e baseia-se nos postos das diferenças inter-pares (diferenças numéricas entre os valores obtidos para cada par de dados).

Segue abaixo o quadro com os resultados obtidos no Teste de Wilcoxon dos alunos envolvidos.

Quadro 6 – Probabilidades obtidas com Wilcoxon pareado unilateral para teste de conhecimento (pré- teste e pós-teste)

Turma	Número de Participantes	Nível de Significancia	Valor-p
A	14	0,05	0,017
B	21	0,05	0,099

Fonte: Construção do Autor

Os resultados descritos no Quadro 6 indicam que no caso da turma A a hipótese nula pode ser rejeitada sendo que o valor p é menor do que o nível de significância, ou seja, pode-se afirmar que na turma A há uma diferença estatisticamente significativa no desempenho dos alunos no Teste de Conhecimentos após a aplicação da proposta educacional. Para a turma B, a hipótese nula não pode ser rejeitada pois o valor p é maior do que o do nível de significância ou seja, não há evidência estatística que ocorreu uma mudança no desempenho no Teste de Conhecimento após a aplicação da proposta educacional.

6. Análise Qualitativa dos Dados - Intervenção

Neste item buscamos descrever sobre a aplicação dos guias de atividades, a intervenção pedagógica e também os resultados e discussões da pesquisa.

6.1 Fase Pré-Experimental: Predição sobre a Curva de Aquecimento da Água

Figura 7 - Foto da aplicação dos guias de atividades



Fonte: Foto do Autor

Inicialmente 57 alunos se envolveram com a análise, interpretação da situação problema proposta e posteriormente, com o preenchimento dos questionamentos, que teve duração de um período. Os alunos mantiveram-se concentrados durante o desenvolvimento da atividade, mas, alguns deles apresentaram dificuldades na elaboração descritiva das respostas.

Ao analisar as questões, para a turma A: 27 alunos, turma B: 30 alunos identificaram corretamente o gráfico correspondente à curva de aquecimento da água e, para as turmas A e B: 4 participantes erraram a análise e interpretação.

Em relação as questões, nem todos os alunos de ambas as turmas (A, B) responderam a todas as questões, conforme o quadro abaixo:

Quadro 7 – Número de alunos que responderam cada questão

Questão	01	02	03	04	05	06	07
Nº de Alunos que não responderam	-	-	2	1	5	2	11

Fonte: Construção do Autor

Buscando refletir sobre os resultados de tais estudos, verificamos que as concepções prévias dos estudantes não estão totalmente em concordância com as explicações científicas e, isso nos fez compreender a importância de considerar relevante

as ideias dos alunos e conduzi-los a buscar explicações cientificamente corretas em um processo de construção e não de transmissão da teoria e conceitos prontos.

A ideia principal das nossas propostas foi que os estudantes fossem ativos no desenvolvimento das atividades, que eles não se limitassem a apenas compreender os conceitos, e sim, que aprendessem a desenvolver habilidades como as de analisar, interpretar e argumentar.

Na análise a seguir, a identificação dos alunos foi feita através do seu número de matrícula no formato 1234.56.

Consideramos aqui algumas das concepções dos estudantes referentes ao conteúdo Estados Físicos da Matéria e suas Transformações. Segue abaixo, as concepções dos estudantes, a apresentação das questões e a análise das respostas.

- A questão 02 solicita que o aluno argumente sobre a escolha do gráfico que representa a curva de aquecimento da água.

A resposta esperada é que o estudante compreenda que substâncias possuem propriedades bem definidas e ou que apresentam os pontos de fusão e de ebulição distintos.

Aluno 6236.17- *“Por conter variações de temperatura e as mudanças de estado bem indicadas.”*

Aluno 6235.17- *“O ponto de fusão da água é 0°, quando ela chega a essa temperatura, após 10 minutos ela muda seu estado físico, portanto seu gráfico representativo não pode ser uma linha reta como no B.”*

- Na questão de número 03, o aluno deverá argumentar sobre a escolha do gráfico.

Para isso, é necessário que o aluno identifique no gráfico as faixas constantes de temperatura que correspondem aos pontos de fusão e de ebulição da água.

Aluno 6248.17- *“A água é uma substância pura e toda sustância pura tem o ponto de fusão e de ebulição constante.”*

Aluno 6431.17- *“Pois apresenta o ponto de fusão 0° e de ebulição 100°.”*

- Para a questão seguinte, de número 04, o aluno deve explicar o porque de não ter escolhido o outro gráfico para representar a curva de aquecimento da água.

Espera-se que o estudante compreenda que o gráfico B apresenta temperatura variável durante toda a faixa de temperatura.

Aluno 6213.17- *“Eu não escolhi o gráfico B pois ele não apresenta, em nenhum momento fica constante, apenas uma linha reta, aumentando a temperatura.”*

Aluno 6110.17- *“A linha do gráfico é uma reta sendo assim não destacando as curvas, o ponto de fusão por exemplo.”*

- Para a questão de número 05, o aluno deverá apresentar um contra-argumento quando discordassem de sua escolha.

O aluno deve argumentar que, se tratando de uma amostra de água, ou seja, de uma substância, o gráfico não pode apresentar temperatura variável durante todo o processo.

Aluno 6059.17- *“Eu argumentaria que meu gráfico fica constante em alguns pontos e o B não.”*

Aluno 6228.17- *“Que só a variação não é relevante.”*

- Na questão de número 06, o aluno deverá convencer alguém que estivesse discordando de seu argumento.

Para isso, o estudante poderá utilizar um experimento e ou ainda comparar o comportamento de substâncias e misturas.

Aluno 6358.17- *“Convenceria comprovando dados do gráfico que estão no enunciado.”*

Aluno 6043.17- *“Tentaria convencer da seguinte maneira, que no aquecimento da água tem várias etapas, por isso não poderia ser o outro gráfico por ele não ter etapas.”*

- Para a última questão, a de número 07, o aluno deverá sintetizar suas explicações que sustentam sua escolha.

Espera-se que o aluno consiga resumir utilizando os tópicos mais importantes, tais como: temperatura constante, pontos de fusão e de ebulição bem definidos e substância pura por exemplo.

Aluno 6250.17- *“No gráfico A, o ponto de fusão esta em 0° e o de ebulição em 100° e o outro gráfico não apresenta nenhuma mudança de estado.”*

Aluno 6899.17- *“Os pontos do gráfico são onde eles mudam de estado, causando curva no gráfico.”*

6.2 Fase Experimental: Prática Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento

Figura 8- Foto da atividade experimental real



Fonte: Foto do Autor

Com o objetivo de explorar a capacidade argumentativa e, analisar o nível de compreensão do conteúdo proposto, 26 alunos se envolveram com o preenchimento dos questionamentos deste guia de atividades, que teve duração de dois períodos. Foi observado que os alunos permaneceram concentrados durante o preenchimento da atividade, interagiram, trocaram ideias e informações, mas, em alguns momentos apresentaram dificuldades na elaboração descritiva das respostas.

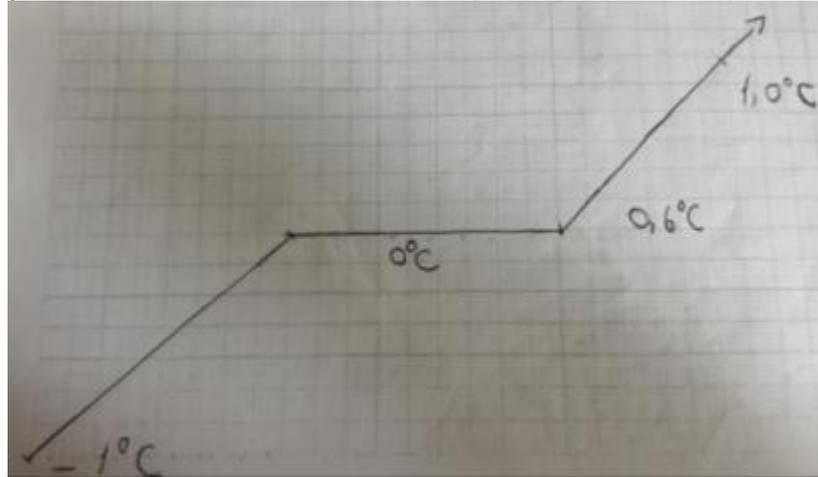
Na questão 01 os alunos foram questionados sobre o resultado obtido experimentalmente, tendo como resposta esperada a variação da temperatura em função do tempo, o que ocasiona a mudança de estado físico da água. Segue abaixo algumas das respostas:

Aluno 6441.17 – *“Com o passar do tempo a temperatura aumentou de forma desordenada, até se manter constante. Tudo isso ocorreu em decorrência da mudança de estado físico da água.”*

Aluno 6516.17 – *“Com o passar do tempo, o gelo começou a derreter, e sua temperatura aumenta, tem momentos que ela permanece constante, após alguns segundos a temperatura aumenta novamente.”*

Aluno 6191.17 – “O termômetro mediu -1° , após 60 seg. a temperatura estava em 0° e após mais 60 seg. a temperatura era a mesma e o gelo começou a derreter. Então o termômetro marcou $0,1^{\circ}$ e continuou subindo.”

Figura 9 - Resposta do aluno 6191.17 a questão 01 da fase experimental



Fonte: Construção do Autor

- É possível perceber que, os estudantes apresentam dificuldades na construção de gráficos e ou tabelas para organizar os dados obtidos nas medidas da curva de aquecimento da água.

Na questão 02, é solicitado que comparem o resultado obtido experimentalmente com o gráfico escolhido (predição). Espera-se que o aluno relacione as temperaturas constantes e variáveis que são apresentadas no gráfico com os dados obtidos no experimento, percebendo assim, que se tratam da mesma substância. Algumas das respostas foram as seguintes:

Aluno 6820.17 – “Escolhi o gráfico A, e o desenho da linha ficou muito parecido, mudando somente o tempo e a temperatura.”

Aluno 6441.17 – “Semelhanças – a temperatura em relação ao tempo aumentou. Diferenças – o aumento da temperatura não se manteve constante nas mesmas proporções.”

Para a questão de número 03, o aluno deve concluir se o experimento mostrou que o resultado predito é correto ou não. Sendo assim, espera-se que o aluno argumente que sim, que os resultados são correspondentes. Abaixo seguem algumas das repostas:

Aluno 6820.17 – “*Sim, a experiência mostrou que o gráfico escolhido estava correto.*”

Aluno 6724.17 – “*Em um determinado período de tempo a temperatura ficou constante.*”

Na questão 04, o aluno deve reformular sua explicação prévia se necessário for.

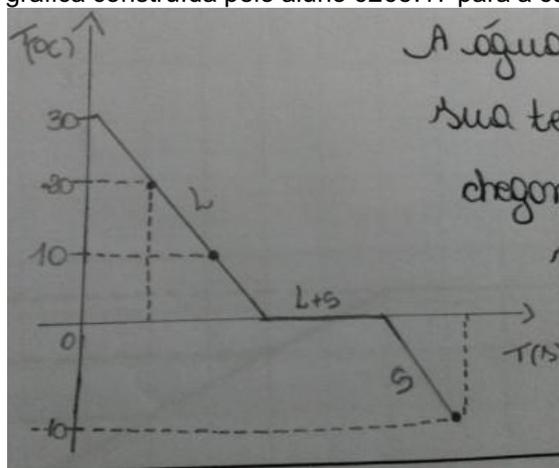
Verificamos que 05 alunos deixaram em branco a questão e, 15 responderam que sim, que a predição do gráfico estava correta. Segue algumas das respostas:

Aluno 7055.17 – “*O gráfico apresenta o PF da água, ou seja, ele deve ter curvas.*”

Aluno 6820.17 – “*Ocorreu a fusão (sólido – líquido), após ela aquecer, teve uma pausa entre o sólido e líquido e voltou a aquecer.*”

Para a última questão, a de número 05 é solicitado que o aluno esboce em um gráfico a predição para a curva de resfriamento da água na forma líquida a 30°C até -10°C e justifique a resposta. Analisando as respostas obtidas, verificamos que 06 alunos representaram o gráfico correspondente a curva de resfriamento da água corretamente, 05 alunos deixaram a questão em branco e, os demais alunos esquematizaram curvas de resfriamento da água, como segue abaixo:

Figura 10 - Representação gráfica construída pelo aluno 6265.17 para a curva de resfriamento da água



Fonte: Construção do Autor

- É possível perceber que, os estudantes compreendem ideias teóricas já abordadas em aula, mas que não conseguem reproduzi-las para interpretar situações-problema.
- Os registros demonstraram obstáculos verbais. Desatenção com o sentido da palavra, revelando dificuldade no trato com a linguagem
- As respostas analisadas apresentam dificuldades na resolução de problemas e dessa forma tornam-se entraves a apropriação do conhecimento.

6.3 Experimentação Virtual – Aspectos Microscópicos

Com o objetivo de explorar o comportamento microscópico de átomos em diferentes estados físicos da matéria e durante mudanças de fase, foi utilizado um simulador computacional do Projeto Molecular Workbench (CONCORD, 2014).

O simulador foi desenvolvido considerando modelos físicos para representar o comportamento do sistema em estudo de modo aproximado e simplificado. Portanto, estes objetos virtuais de aprendizagem não correspondem a vida real, mas sim a uma simplificação dela.

Participaram desta atividade 16 alunos da turma A e, utilizaram dois períodos para o desenvolvimento da proposta.

A atividade teve início com a entrega do Guia da Atividade de Experimentação Virtual bem como com a leitura compartilhada da Introdução a qual consta orientações de uso. Este material pode ser consultado nos Apêndice E – Etapa 1 e Apêndice F – Etapa 2. Para a etapa 1 constam 4 questões dissertativas e para a etapa 2, constam 2 questões dissertativas.

Figura 11 - Foto da aplicação do OVA

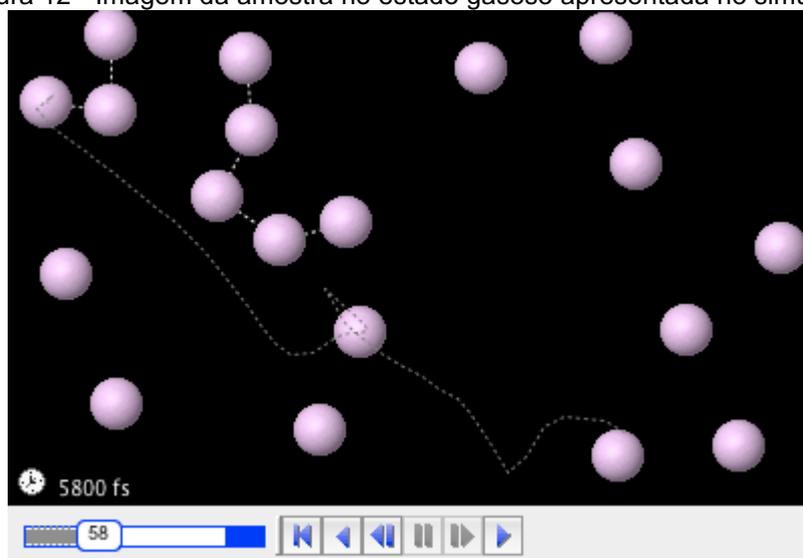


Fonte: Foto do Autor

6.3.1 Etapa 1 – Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos em Diferentes Estados Físicos da Matéria.

De acordo com a figura 12 que segue abaixo, os estudantes observaram o comportamento dos átomos submetidos a diferentes temperaturas, relacionadas a velocidade média em que se deslocam e, posteriormente, efetuando registros de suas observações.

Figura 12 - Imagem da amostra no estado gasoso apresentada no simulador



Fonte: Construção do Autor

Na questão inicial, é solicitado ao aluno que após dar início a simulação, observe e analise em uma amostra gasosa, as interações existentes entre dois átomos, registrando-as posteriormente.

A resposta esperada é que os átomos apresentem movimento aleatório então, a interação é baixa devido ao afastamento entre os átomos neste estado físico que está relacionado à energia cinética.

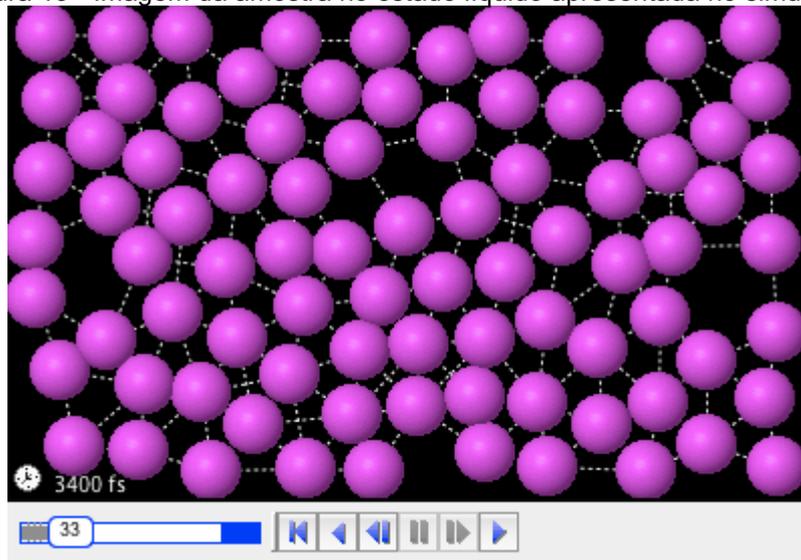
Todos os alunos responderam a questão apresentando compreensão. É possível verificar através das respostas de dois participantes abaixo:

Aluno 6228.17- *“Quanto mais energia cinética mais afastados eles ficam e com poucas interações.”*

Aluno 6219.17- *“As moléculas no estado gasoso ficam muito afastadas, por isso até pode ter interações mas são poucas pois estão muito longe uma da outra.”*

Na questão 02, o aluno é instruído a observar o movimento de um átomo que se encontra no estado líquido e, descrever o movimento comparado aos átomos que estão próximos. Também foi solicitado a comparar o comportamento para amostras gasosa e líquida.

Figura 13 - Imagem da amostra no estado líquido apresentada no simulador



Fonte: Construção do Autor

A resposta esperada é que devido à proximidade entre os átomos aumentam as forças atrativas principalmente quando comparados com o item anterior, com átomos no estado físico gasoso.

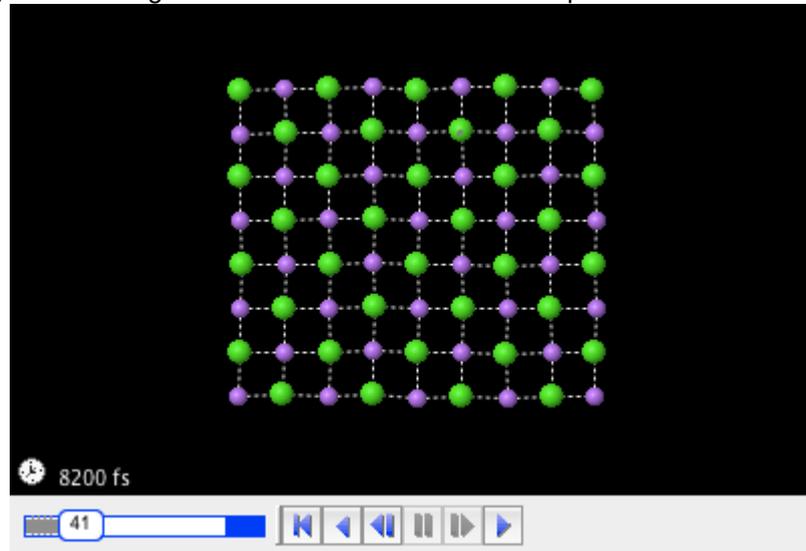
Podemos perceber que todos os alunos responderam a questão relacionando a proximidade e ou afastamento dos átomos à energia cinética e as forças de interação conforme transcrição abaixo:

Aluno 6816.17- “Os átomos no estado gasoso estão bastante afastados, desorganizados e tem bastante energia, já no estado líquido os átomos estão pouco afastados, mais organizados e tem média energia de interação.”

Aluno 6238.17- *“Na amostra gasosa ocorrem menos interações porém temos mais energia nas moléculas, o que faz com que permaneçam afastadas enquanto no estado líquido os átomos possuem média energia e maior número de interações.*”

Na questão de número 03, o aluno deve observar, analisar e registrar as forças interativas de uma amostra no estado sólido.

Figura 14 - Imagem da amostra no estado sólido apresentada no simulador



Fonte: Construção do Autor

A resposta esperada é que devido a proximidade dos átomos existam forças de interação.

Ao analisar as respostas, percebemos que 100% dos alunos perceberam a relação entre a proximidade dos átomos com a existência de forças de interação.

Aluno 6235.17- *“No estado sólido encontramos muito mais linhas tracejadas, pois suas partículas estão muito mais próximas. Esse estado físico não possui energia, por isso suas moléculas não estão em movimento, apenas vibram.”*

Observação: Percebe-se através da resposta deste aluno que ele não associa o movimento de vibração dos átomos do sólido com a energia cinética de movimento vibratório.

Aluno 6201.17- *“Os átomos nesse estado não tem energia suficiente para se locomover, eles somente vibram além de estarem muito próximos o que faz que os números de linhas tracejadas sejam maiores, o grau de força de interação é muito grande nessas ligações se os átomos estiverem muito próximas.”*

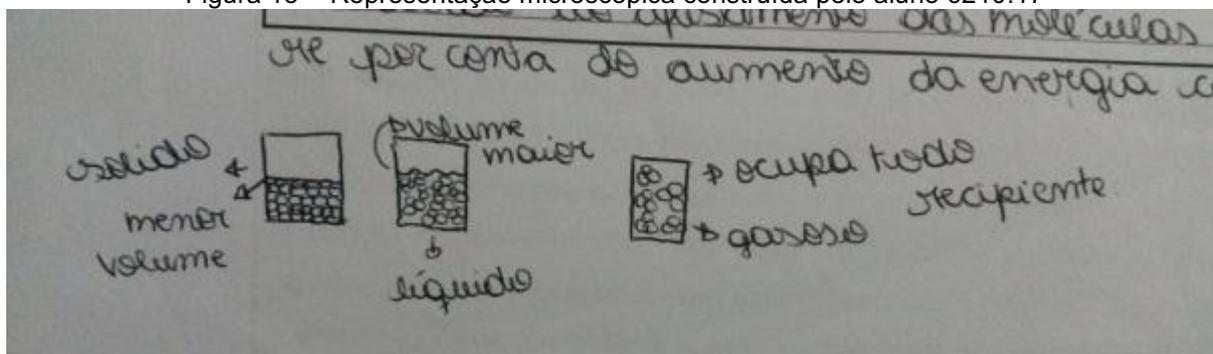
Na quarta e última questão o aluno deverá organizar um resumo comparativo das propriedades observadas, com ênfase no aspecto microscópico de átomos nos estados sólido, líquido e gasoso.

Espera-se que os alunos compreendam e sintetizem que quanto maior for a energia cinética dos átomos, maior será o grau de afastamento e desordem e consequentemente menor serão as forças de interação.

Importante: Pelas respostas dos alunos fica evidente que a maioria dos alunos estão identificando as diferenças entre os estados de movimento em cada um dos estados físicos. Especificamente, os alunos mencionam que há movimento dos átomos nas fases sólida e líquida, sendo assim, o uso do simulador pode estar contribuindo para a concepção de que nas fases condensadas há também movimento dos átomos.

Verificamos que 05 alunos utilizaram como recurso para responder a questão a representação dos átomos em nível microscópico complementando a resposta descritiva, como segue abaixo:

Figura 15 - Representação microscópica construída pelo aluno 6210.17



Fonte: Construção do Autor

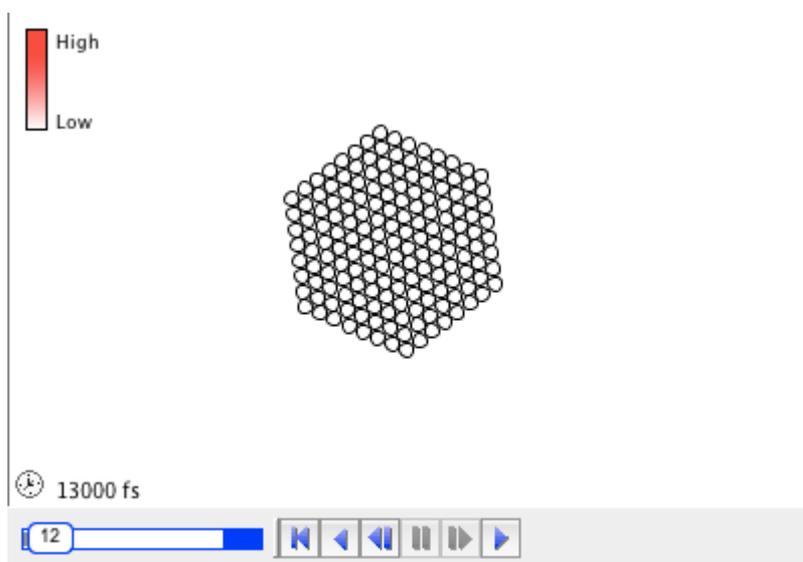
Observação: De acordo com as respostas analisadas percebemos que alguns alunos confundiram os conceitos de átomos e moléculas;

6.3.2 Etapa 2 - Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos Durante Mudanças de Fase

De acordo com a figura 16 que segue abaixo, os estudantes observaram inicialmente o comportamento dos átomos no estado sólido submetidos ao aumento de temperatura.

Para esta amostra, é solicitado ao aluno que após dar início a simulação, observe e analise as interações existentes entre os átomos, a velocidade, a energia e o movimento das partículas, registrando-as posteriormente.

Figura 16 - Mudança de fase de uma amostra no estado sólido, composta de uma substância monoatômica e homogênea.



Fonte: Construção do Autor

A resposta esperada é que as partículas que apresentam baixo conteúdo de energia cinética como por exemplo uma rede cristalina sólida, que apresenta somente movimento vibratório, recebe energia térmica e isso provoca um aumento da energia cinética dos átomos com consequente afastamento entre eles devido ao rompimento de interações atrativas.

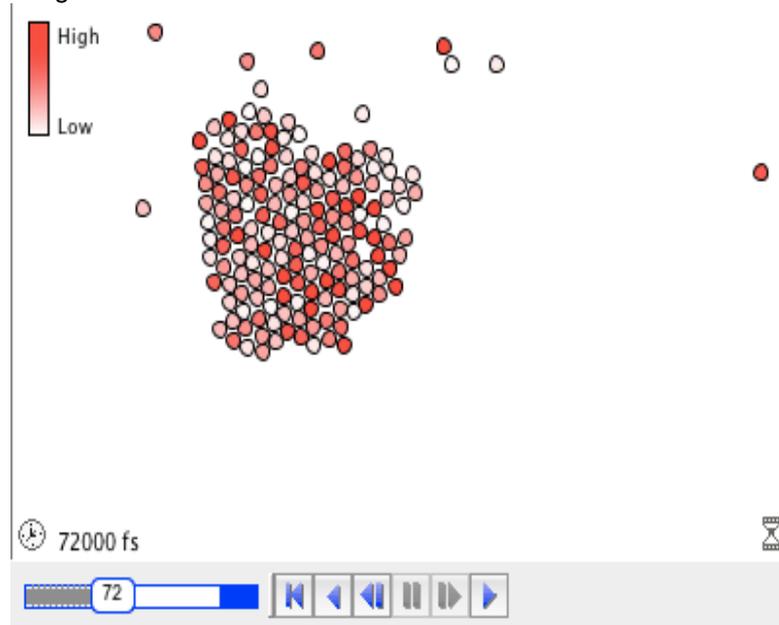
Todos os alunos responderam a questão apresentando compreensão. É possível verificar através das respostas de dois participantes abaixo:

Aluno 6724.17 – “Os átomos estavam parados e com o passar do tempo eles foram se afastando.”

Aluno 6235.17 – “*Havia interação entre eles mas foi aquecendo e as partículas ficaram distantes umas das outras*”.

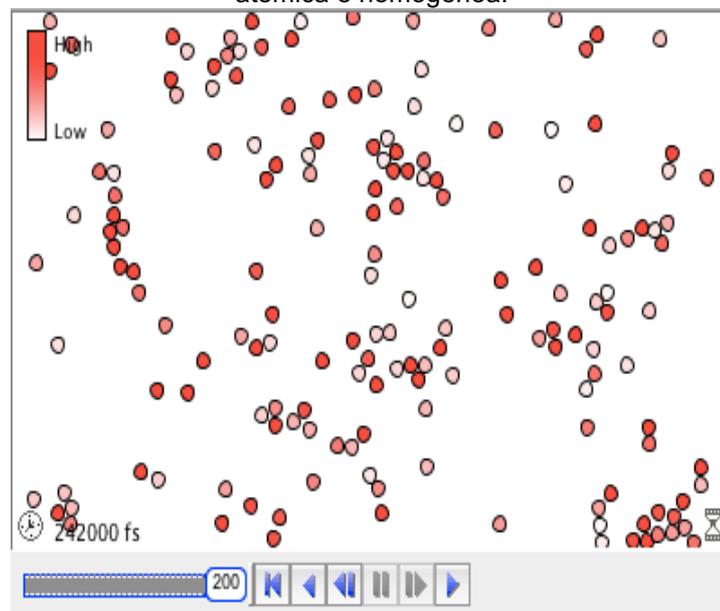
Em seguida, os estudantes retornaram ao estado inicial do simulador para identificar os instantes (tempo) em que a amostra altera o estado físico, mais especificamente a fusão e a vaporização.

Figura 17 - Mudança de fase de uma amostra no estado líquido, composta de uma substância monoatômica e homogênea. As cores dos átomos indicam diferentes níveis de energia cinética.



Fonte: Construção do Autor.

Figura 18 - Mudança de fase de uma amostra no estado gasoso, composta de uma substância monoatômica e homogênea.



Fonte: Construção do Autor.

A maioria dos alunos responderam corretamente a questão, compreendendo que o processo de fusão ocorre sempre a uma mesma temperatura, e esta se mantém constante durante todo o processo, ocorrendo o mesmo para a vaporização. O sólido inicia a fusão a zero grau Celsius, e ao término da fusão toda a água formada ainda se encontra a zero grau Celsius, mesmo que considerável quantidade de energia tenha sido fornecida ao sistema na forma de calor a fim de induzir a transformação.

Mas, 7 alunos responderam que a temperatura não permanece constante durante as transformações de estados físicos.

Abaixo seguem as respostas de dois estudantes:

Aluno 6265.17 – *“Com o passar do tempo, a temperatura foi aumentando, depois de alguns segundos observados percebe-se que a temperatura vai se mantendo constante, em seguida o sólido vai mudando de fase e novamente a temperatura aumenta.”*

Aluno 6724.17 – *“A tendência quando fica mais quente é nunca ter uma temperatura constante quando estiver sendo aquecida está sempre aumentando.”*

Ainda na primeira questão, os alunos devem descrever possíveis diferenças observadas no comportamento dos átomos durante a introdução de energia na amostra.

A resposta esperada é que os alunos compreendam alterações na quantidade de energia das partículas, alteração na forma e no volume.

Todos os alunos visualizaram as transformações mencionadas. Segue abaixo as respostas da questão:

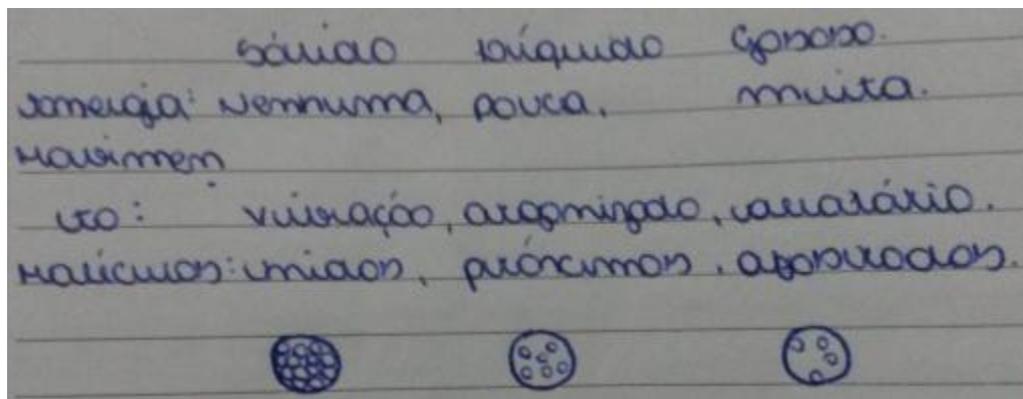
Aluno 6210.17 – *“Gás: muita energia, pouca interação atrativa e é desorganizado. Líquido: média energia em movimento e atração atrativa considerável e Sólido: baixa energia, organizado e interação atrativa mais intensa”*

Aluno 6228.17 – *“As moléculas tem força de atração forte, elas não se movimentam. Até chegar no gás que tem partículas mais afastadas que o líquido.”*

Para a segunda e última questão, os estudantes devem resumir as observações a respeito do comportamento microscópico de átomos durante as mudanças de fase, enfatizando as principais características observadas.

Todos os alunos compreenderam as alterações ocorridas com o fornecimento de energia na amostra inicial que se encontrava no estado sólido. Alguns dos participantes não argumentaram descrevendo, mas sim, representando através de esquemas que podem ser analisados abaixo:

Figura 19- Resposta do aluno 6228.17



Fonte: Construção do Autor.

Figura 20- Resposta do aluno 6235.17

SOLIDO	LIQUIDO	GAOSO
Partículas com energia de atração muito forte e mais organizadas.	Partículas muito próximas e com atrações.	Partículas mais afastadas com movimen movimento.

Fonte: Construção do Autor.

6.4 Questionário de Opinião dos Participantes

Este material desenvolvido com os participantes como forma de avaliar as atividades propostas esta apresentado no Apêndice G . Nele constam 05 questões dissertativas e, participaram 14 alunos da turma A e 24 alunos da turma B.

Na questão de número 01 os estudantes foram questionados sobre o que mais chamou a atenção na aula experimental de Química sobre a Curva de Aquecimento da Água. Seguem algumas das considerações:

Aluno 7056.17- *“O tempo que a água demora para trocar de estado.”*

Aluno 6208.17- *“Como a água demora pra derreter e como a temperatura demora para subir.”*

Aluno 6221.17- *“A forma que é feito o experimento, fica muito mais fácil de entender o conteúdo.”*

Na questão 02, os participantes deveriam mencionar possíveis dificuldades encontradas ao responder as questões dos Guias de Atividades. Dos alunos envolvidos, 11 não apresentaram nenhuma dificuldade. Seguem algumas das considerações:

Aluno 5910.17- *“No começo eu não conseguia responder porque eu não sabia quase nada, mas agora eu já estou me expressando melhor.”*

Aluno 6260.17- *“No início eu encontrei bastante dificuldades sobre as transformações, mas o simulador me ajudou muito.”*

Aluno 6213.17- *“As atividades dos gráficos.”*

Na questão 03, os alunos foram questionados referente a dificuldades encontradas na execução da atividade experimental. Dos participantes, 12 alunos não apresentaram dificuldades no desenvolvimento do experimento. Seguem algumas das considerações:

Aluno 6210.17- *“A de medir a temperatura pois estava frio a temperatura ambiente assim dificultando o derretimento do gelo.”*

Aluno 6263.17- *“A dificuldade foi fazer o gráfico.”*

Aluno 6191.17- *“Encontrei dificuldades com o termômetro e paciência para água mudar de estado físico.”*

Aluno 6057.17- *“Em marcar com precisão a temperatura e o tempo certo.”*

Na questão 04, os alunos deveriam expor de que forma os conhecimentos teóricos auxiliaram na aula experimental. Segue abaixo algumas das considerações:

Aluno 6265.17- *“De uma forma muito cooperativa, pois me fizeram entender melhor na hora da prática.”*

Aluno 6201.17- *“Quando sabemos o conceito teórico, iremos entender melhor o que irá acontecer na prática e ajuda muito no conhecimento e na interpretação.”*

Aluno 6210.17- *“Na forma de analisar e registrar observações no experimento.”*

Na última questão, a de número 05 os alunos deveriam registrar a avaliação das aulas.

Seguem algumas das considerações:

Aluno 6270.17- *“Boas, diferenciadas e bem resultantes quanto aos conhecimentos.”*

Aluno 6057.17- *“Boas, achei interessante e com experimentos tenho mais facilidade de aprender.”*

Aluno 7018.17- *“Acho que deveríamos mais vezes fazer atividades como estas e experimentais pois elas nos ajudam a entender melhor a teoria.”*

Aluno 6201.17- *“Foram bem legais e foram interativas.”*

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vantagens e desvantagens no uso dos recursos tecnológicos em ambientes de aprendizagem é um tema muito abordado atualmente. Entretanto, a sala de aula sempre fez uso de tecnologias desde as mais simples tais como lápis, caneta, caderno e livro didático. Mas, a tecnologia que tratamos hoje está ligada à área de informática. Com a internet, não se pode negar o impacto em sala de aula, pois o acesso à ela se dá em qualquer local e em qualquer momento.

O papel do professor vem se modificando, pois necessita convencer o aluno da relevância do que está sendo estudado, visto que as informações chegam e se alteram a todo instante e ainda, se faz necessário compreender que o aluno atual não se desconecta. Então, deve-se ter o domínio adequado da tecnologia para integrá-la nas propostas de forma significativa utilizando-a a favor da aprendizagem.

Acreditamos que o papel do professor é o de mediador, auxiliando os estudantes na seleção das informações, do que é realmente útil para a construção do conhecimento. Sendo assim, questionamos se o uso de simuladores pode ser aliado dos professores e se os estudantes apresentaram melhoria na aprendizagem com o uso desta ferramenta computacional.

Assim, decidimos organizar um conjunto de atividades utilizando simulações computacionais para aplicar em aula com os sujeitos selecionados. Para os instrumentos, recorreremos a uma escala global de níveis de proficiência, pois as turmas são heterogêneas então, os sujeitos poderiam variar de nível, o que ocorreu. Assim, foi necessário buscar respostas nas próprias análises dos guias de atividades que justificassem essas diferenças.

Parte da pesquisa foi baseada na Teoria do Conectivismo em que a aprendizagem é fundamentada em princípios que consideram o impacto da tecnologia, que é através dela que conexões para aprendizagem são estabelecidas e mantidas. Os alunos que utilizaram a ferramenta computacional estabeleceram conexões entre os aspectos microscópico e macroscópico dos fenômenos demonstrando melhoria na capacidade argumentativa conseguindo atingir níveis mais altos de proficiência.

Durante a aplicação da proposta educacional, não foram encontradas dificuldades para desenvolver as atividades com os estudantes, foi possível até mesmo intervir esclarecendo dúvidas que ainda existiam sobre o tema. Diante do trabalho realizado na escola, percebemos que o uso dos simuladores foi bem aceito pelos alunos, que

ficou evidenciado em suas respostas no questionário de opinião, muitos se mostraram interessados no ato de aprender, questionaram e, ao final da proposta, conseguiram citar exemplos acerca do conteúdo, relacionando os estados físicos e suas transformações ao seu cotidiano, como por exemplo: o derretimento das geleiras e o aumento do nível dos oceanos como consequências da intensificação do efeito estufa.

Sendo assim, um dos objetivos deste trabalho foi atingido: os estudantes da turma que utilizaram a experimentação simulada (Turma A) apresentaram resultados superiores nos desempenhos dos testes de conhecimento e ainda, afirmaram ter aprendido melhor por meio da tecnologia, pois foram capazes de melhorar o rendimento além do que possivelmente teriam aprendido com aulas tradicionais. As análises das respostas dos alunos nos guias de atividade de simulação sugerem que a maior parte dos alunos identificaram corretamente o comportamento microscópico de sólidos, líquidos e gases, bem como interpretaram corretamente o processo dinâmico de transição de fase. Tais resultados sugerem que os simuladores exerceram um papel importante na aprendizagem dos aspectos microscópicos dos fenômenos estudados. Os resultados dos testes de motivação para aprender mostraram que a motivação dos alunos se encontra próximo do valor médio da escala utilizada, e não foram observadas diferenças estatisticamente significativas de motivação entre as duas turmas, bem como antes e após a aplicação da proposta educacional. Conclui-se que o uso de simuladores computacionais, em conjunto com atividades experimentais abertas, facilita a aprendizagem de conceitos associados aos estados físicos da matéria e transições de fase, em especial a interpretação do comportamento microscópico dos sistemas.

Os resultados nos possibilitam concluir que é possível aprender Química com o uso de simuladores, que eles podem ser úteis na sala de aula, apresentando aos alunos inovação e despertando-lhes o interesse fora do ambiente comum de aprendizagem.

A aprendizagem utilizando a tecnologia mostrou-se eficiente, por esse motivo torna-se importante implementar essa metodologia de ensino para o aprendizado nas diferentes instituições de ensino. Assim, justificamos a aplicação desta pesquisa, como contribuição para pensar o ensino com a utilização de novos recursos tecnológicos.

Acreditamos na viabilidade destes recursos como potencializadores nos processos de aprendizagem. Apesar das dificuldades, poucos recursos e falta de qualificação docente, deve haver preocupação em tornar o processo ensino-aprendizagem mais

significativo para os alunos, oportunizando uma formação conectada às demandas da atualidade.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, U.F. **A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social.** Educação Temática Digital. v. 12, n. 3, Campinas jan./abr. p. 31-48, 2011.
- AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view.** New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HÁNESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**, ed. New York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- _____. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D.P. **Adquisición y retencion del conocimiento: uma perspectiva cognitiva.** Buenos Aires: Paidós, 2002.
- BARKER, V. **Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas**, 2000. Disponível em: <http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>. Acesso em: 19 jan 2016.
- BARÃO, G.C. **Ensino de química em ambientes virtuais.** Universidade Federal do Paraná, 2006.
- BARROS, D.M.; ANTONIO JÚNIOR, W. **O uso de objetos de aprendizagem virtuais na educação básica: subsídios para inovação na escola pública.** s/d. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/006tcc1.pdf>. Acesso em: 10 dez 2015.
- BARROS, S.S. **Pontas de prova para o diagnóstico da aprendizagem de física na escola: Um desafio para o professor.** Apostila, Instituto de Física – UFRJ, 1994.
- _____. **Objetos de Aprendizagem Virtuais: Material Didático para a Educação Básica.** 2005. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/006tcc1.pdf>. Acesso em: 10 dez 2015.
- BELTRAN, N.O.; CISCATO, C.A.M. **Química.** São Paulo: Cortez, p, 243, 1991.
- BENITE, A.M.C.; BENITE, C.R.M. **O computador no ensino de química: impressões vesus realidade. Em foco as escolas da baixada fluminense.** Universidade Federal de Goiás, 2008.
- BETTIO, R.W. de.; MARTINS, A. **Objetos de aprendizagem – um novo modelo direcionado ao ensino a distância.** Disponível em: <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938>. Acesso em : 15 mar 2016.
- BEVIÁ, J.L. **Los trabajos prácticos de ciencias naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa.** Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales, n.2, p. 47-56, 1994.

BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.19, n.13, p.291-313, 2002.

BORGES, A.T. & GILBERT, J.K. **Modeis of magnetism**. International Journal of Science Education. v. 20, n. 3, p.361-378, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, Ministério da Educação, p.241, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+**. Brasília, 2002.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

COLL, R.K. **The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching**. In P.J. Aubusson, A.G. Harrisson & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and Analogy in Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, p.65-77, 2006.

CONCORD CONSORTIUM. Disponível em: <http://mw.concord.org/modeler/> Acesso em 11 dez 2014.

COSTA, S.S. **O uso das tecnologias da informação e comunicação no âmbito pedagógico e administrativo**. I Simpósio Regional de Educação/Comunicação. Anais Eletrônicos. Nov 2010. Disponível em: <http://www.ead.unit.br/simposioregional/index.php?link=arquivos>. Acesso em: 20 abr 2016.

CRESPO, M.Á.G. **Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química**. Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales, n.7, p.37-44, 1996.

DÁMORE, B. **Elementos de didática da matemática**. São Paulo: Cortez, 2007.

DELCIN, R.C.A. **A metamorfose da sala de aula para o ciberespaço**. In: Assmann, Hugo. (Org.). *Redes Digitais e Metamorfose do Aprender*. Petrópolis, RJ, Vozes, p.55-83, 2005.

DOWNES, S. **An Introduction to Connective Knowledge**. 2005. Disponível em: <http://www.downes.ca/cgi-bin/page.cgi?post=33034>. Acesso em: 07 abr 2016.

_____. **Connectivism and connective knowledge**. 2012. Disponível em: <http://online.upaep.mx/campusTest/ebooks/CONNECTIVEKNOWLEDGE.pdf>. Acesso em: 07 abr 2016.

EBENEZER, J.V.; ERICKSON, L.G. **Chemistry students' conception of solubility: A phenomenography**. Science Education, v.80, n.2, p.181-201, 1996.

EDUCATION.COM, I. Education.com. Disponível em: < <http://www.education.com/reference/article/item-amalysis/> >. Acesso em: 23 maio.2015.

EICHLER, M.L.; DEL PINO, J.C. **Modelagem e implementação de ambientes virtuais de aprendizagem em ciências**. In: CONGRESSO RIBIE, 4, 1998, Brasília, DF. Disponível em: < <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/resumos/RIBIE.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2016.

ERTMER, P.; NEWBY, T. **Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective**. Performance Improvement Quarterly, v.6, n.4, p.50-72, 1993. Disponível em: <http://rirvan.wikispaces.com/file/view/Ertmer+%26+Newby+1993.pdf>. Acesso em: 08 abr 2016.

FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J.; MUJICA, E. **Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud “olvidada” en la enseñanza de la química: la cantidad de sustância**. Enseñanza de las Ciencias, v. 11, n. 2, p. 107-114, 1993.

GENTLE, P.; BENCINI, R. **Construindo competências** - Entrevista com Philippe Perrenoud, Universidade de Genebra. In Nova Escola (Brasil), p.19-31, 2000.

GILBERT, J.K. **Visualization: A metacognitive Skill in Science and Science Education**, In Gilbert, J.K. (ed), Visualization in Science Education, Netherlands: Springer, p.9-27, 2005.

GRAU, R. **Qué es lo que hace difícil una investigación?** Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales, n.2, p.27-35,1994.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. LTSC. (2000). **Learning technology standards committee website**. Disponível em: <https://ieeesa.imeetcentral.com/ltsc/> Acesso em: 29 jul 2016.

JUSTI, R.S.; GILBERT, J. **The role of analog models in the understanding of nature of models in chemistry**. In: P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Eds.), Metaphor and Analogy in Science Education, Dordrecht, The Netherlands: Springer, p.119-130, 2006.

KONRATH, M.L.P.; CARNEIRO, M.L.F.; TAROUCO, L.M.R. **Estratégias pedagógicas, planejamento e construção de objetos de aprendizagem para uso pedagógico**. Novas Tecnologias na Educação, v.7, n.1, 2009.

KHINE, M.S.; SALEH, I.M. **Modeling: COGNITIVE TOOLS for Scientific Enquiry**. Dordrecht. Springer, 2011.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 1998.

LIMA, E.R.P.O.; MOITA, F.M.G.S.C. **A tecnologia e o ensino de química: jogos digitais como interface metodológica**. Campina Grande: EDUEPB, p.279, 2011. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/6pdyn/06>. Acesso em: 14 mai 2016.

LOGUERCIO, R.Q.; SAMRSLA, V.E.; DEL PINO, J.C. **A Dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de Química**. Química Nova, São Paulo, v.24, n.4, p.557- 562, 2001.

MACHADO, A.H.; ARAGÃO, R.M.R. **Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico**. Química Nova na Escola, v.4, p.18-20, 1996.

MASETTO, M.T. **Mediação pedagógica e o uso da tecnologia**. In: MORAN, J. M.;

MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. – 10. ed. Campinas: Papyrus, p.133-173, 2010.

MCKINNEY, K. **Active Learning**. Center for Teaching, Learning & Technology, 2010.

MERRIL, M.D. **Components of Instruction: Toward a Theoretical Tool for Instructional Design**. Instructional Science, 2000. Disponível em: <http://www.id2.usu.edu/Papers/Components.PDF>. Acesso em: 12 dez 2015.

MERLOT: **Multimedia Educational Resource for Learning and online Teaching**. Disponível em: <https://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Acesso em: 12 dez 2015.

MEYER, C.; JONES, T.B. **Promoting active learning: Strategies for the college classroom**. San Francisco: Jossey-Bass. 1993.

MONTEIRO, I.V.; JUSTI, R. **Analogias em livros didáticos de química destinados ao ensino médio**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v.5, n.2, p.67-91, 2000.

MORTIMER, E.F. **A evolução dos Livros Didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário**. Em aberto, Ano 7, n.40, p.25-41, out/dez. 1988.

MORAN COSTAS, J. M. **O Uso das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação na EAD - uma leitura crítica dos meios**. Palestra no evento “Programa TV Escola - Capacitação de Gerentes”, COPEAD/SEED/ MEC, Belo Horizonte e Fortaleza, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/T6%20Texto-Moran.pdf>. Acesso em: 27 ago 2016.

MOREIRA, M. A. **Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 196-206, 1996.

_____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo, Editora EPU, 1999.

_____. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista. Porto Alegre, v.1, n.2, p.43-63, 2011.

MOREIRA, M.A.; ROSA, P.R.S. **Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos**. In: Actas del PIDEDEC: Textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ciências da Universidade de Burgos. Porto Alegre: UFRGS, v.9, p.3-55, 2007.

MOREIRA, M.A.; VEIT, E.Â.; **Ensino superior: bases teóricas e metodológicas**. São Paulo: E.P.U., 2010.

MORTIMER, E.F. **Concepções atomísticas dos estudantes**. Química Nova da escola, p.23-26, 1995.

MORTIMET, E. F. **A evolução dos Livros Didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário**. Em aberto, Ano 7, n.40, p. 25-41, dez. 1988.

_____ e MIRANDA, L.C.; **Transformações e Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas**. Química Nova na Escola, n.2, p. 23-26, nov. 1995.

MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. **Experiences with reusable e learning objects: From Theory to Practice**. Victoria, Canada. 2001.

NAHUM, L.T.; HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R.; BAR-DOV. Z. **Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry?** Chemistry Education: Research and Practice, v.5, n.3, p.301-325, 2004.

NEDELSKY, L. **Science Teaching and science testing**. Chicago University Press, 1961.

NEVES, E.R.C.; BORUCHOVITCH, E. **Escala de avaliação da motivação para aprender de alunos do Ensino Fundamental (EMA)**. Psicologia: Reflexão e Crítica, v.20, p.406-413, 2007.

PAIS, L.C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PECOTCHE, C.B.G. **Logosofia: ciência e método**. São Paulo: Ed. Logosófica, 2011.

PEIXOTO, J.; ARAUJO, C.H.S. **Tecnologia e Educação: Algumas Considerações Sobre o Discurso Pedagógico Contemporâneo**. Educ. Soc. v.33, n.118 Campinas Jan./Mar.2012, p.4. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010173302012000100016&script=sci_arttext. Acesso em: 13 jan 2016.

PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências**. Pátio, Ano V, n.17, p.8-12, mai/jul. 2001.

PERRENOUD, P. **Construir competências desde a escola**. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

POZO, J.I., CRESPO, M.A.G. **Aprender y Enseñar ciencia**. Madrid: Morata, p.331, 1998.

ROSA, M.I.F.P, SCHNETZLER, R.P.; **Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico**. Química Nova na Escola, n.8, p.31-35, nov. 1998.

ROSA, P.R.D.S.; MOREIRA, M.A. **Uma introdução a pesquisa quantitativa em ensino**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2013.

RIBEIRO, R.C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia**. Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis, 2005.

SAMULSKI, D. **Psicologia do Esporte**. Barueri: Manole, 2002.

SCARAMELLO, J.M. **Atlas digitais escolares: proposta de avaliação e estudos de caso.** In: I Simpósio ibero-americano de Cartografia para criança: Pesquisa e perspectiva em Cartografia para escolares. Rio de Janeiro: Mundo Virtual Informática, 2002.

SCHWAHN, M.C.A.; OAIGEN, E.R. **O Uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE).** Canoas: Acta Scientiae, 2008.

SIEMENS, G. **Conectivismo: Uma teoria de Aprendizagem para a idade digital.** 2004.

_____. **Knowing knowledge**, 2006. Disponível em: http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism_self-amused.htm. Acesso em: 07 abr 2016.

_____. **What is the unique idea in connectivism? Elearnspace.** 2008. Disponível em: http://www.masternewmedia.org/news/2008/08/09/educational_models_and_learning_in/. Acesso em: 07 abr 2016.

SOUZA, M. P. de; et al. **Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química.** Rio de Janeiro: UERJ, 2004.

SPINELLI, W. **Os Objetos Virtuais de Aprendizagem: ação, criação e conhecimento.** Disponível em: <http://www.lapef.fe.usp.br/rived/textoscomplementares/textol-modulo5.pdf>. Acesso em 20 jan 2016.

SPOHRER, J. **Educational authoring tools and the educational object economy: Introduction to the special issue from the East/West Group.** Journal of Interactive Media In Education. In: <http://www.jime.open.ac.uk/2000/10/sphrer-2000-10-paper.html>. 2001. Acesso em: 05 mai 2016.

TABER, K.S. **Chemistry lessons for universities?: a review of constructivist ideas.** University Chemistry Education, v.4, n.2, p.63-72, 2000.

TAROUCO, L.M.R.; FABRE, M.C.J.M.; TAMUSIUNAS, F.R. **Reusabilidade de objetos educacionais.** 2003. Artigo. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TORREZZAN, C.A.W.; BEHAR, P.A. **Design pedagógico: um olhar na construção de materiais educacionais digitais.** RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v.7, p.1-7, 2009.

VALENTE, J.A. **Diferentes usos do computador na educação.** 2001. Disponível em: www.mrherondomingues.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/1470/14/arquivos/File/PPP/Diferentesusosdocomputadoreducao.PDF>. Acesso em: 12 jan 2016.

ZAIONTZ, C. **Real Statistics Using Excel.** Disponível em: www.real-statistics.com 2015. Acesso em: 10 abr 2015.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. **Probing Understanding.** NY: The Falmer Press, 1992.

APÊNDICE A – Teste de Conhecimentos para os Conceitos de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase

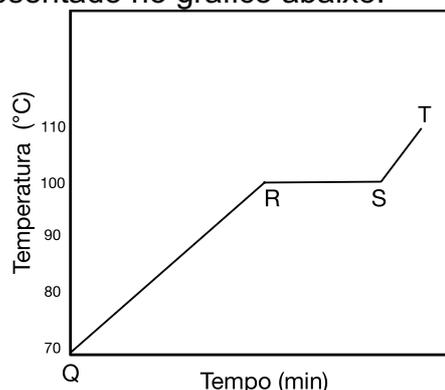
1) Na pressão atmosférica de 1 atm, o ponto de fusão da água é $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e o ponto de ebulição da água é $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. É correto afirmar que:

- as fases sólida e líquida da água podem existir num estado de equilíbrio a 1 atm de pressão quando a temperatura for $100\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- as fases sólida e líquida da água podem existir num estado de equilíbrio a 1 atm de pressão quando a temperatura for $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- as fases líquida e gasosa da água podem existir num estado de equilíbrio a 1 atm de pressão quando a temperatura for $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- a água não poderá se encontrar em mais de um estado físico em equilíbrio.

2) Neste estado físico da matéria, as substâncias apresentam volume bem determinado e forma bem definida, sendo resistentes a deformações. Seus átomos ou moléculas encontram-se relativamente próximos uns dos outros, ligados por intensas forças intermoleculares, que os mantêm em posições bem definidas, mas mantendo sempre uma quantidade de movimento de vibração em torno de suas posições médias. A que estado físico o texto se refere?

- Sólido;
- Líquido;
- Vapor;
- Gás;
- Plasma.

Uma amostra de água líquida é aquecida a partir de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ através do fornecimento de energia térmica a uma taxa constante, conforme representado no gráfico abaixo:



3) No gráfico para a curva de aquecimento mostrado acima, pode-se identificar as regiões QR, RS e ST, respectivamente, como:

- Sólido, líquido, gás;
- Líquido, líquido, gás;
- Gás, sólido, líquido;
- Líquido, líquido e gás em equilíbrio, gás;
- Líquido e sólido em equilíbrio, líquido, gás.

4) No gráfico para a curva de aquecimento mostrado acima, à medida que a energia térmica é adicionada, é correto afirmar que:

- No segmento RS não há qualquer alteração nos níveis de energia cinética e potencial da água;
- No segmento QR as moléculas de água aumentam sua energia potencial com o rompimento de interações intermoleculares e no segmento RS as moléculas de água têm sua energia cinética elevada, com conseqüente aumento de temperatura da amostra;

O texto e o gráfico abaixo se referem às questões 3 e 4.

- c) No segmento QR as moléculas de água têm sua energia cinética elevada, com consequente aumento de temperatura da amostra e no segmento RS as moléculas de água aumentam sua energia potencial devido ao rompimento de interações intermoleculares;
- d) Tanto no segmento QR quanto no RS há um aumento da energia cinética da água;
- e) Tanto no segmento RS quanto no QR há um aumento da energia potencial da água.

5) Considere uma amostra de 100 mL de água líquida em um recipiente fechado e flexível. Esta amostra é aquecida até que toda a água evapore e se transforme em gás. O recipiente aumenta de volume após a evaporação de toda a água. Considere as seguintes alternativas sobre este processo de mudança de fase:

- I) As moléculas de água na fase gasosa são maiores que as moléculas de água na fase líquida, o que explica o aumento no volume da amostra de água após a sua vaporização;
- II) As moléculas de água na fase gasosa permanecerão uniformemente distribuídas no recipiente que as contém;
- III) Não há qualquer espaço vazio entre as moléculas de água na fase líquida;
- IV) As moléculas de água na fase líquida são mantidas próximas umas das outras por forças intermoleculares atrativas;

Está(ão) **correta(s)** a(s) afirmação(ões):

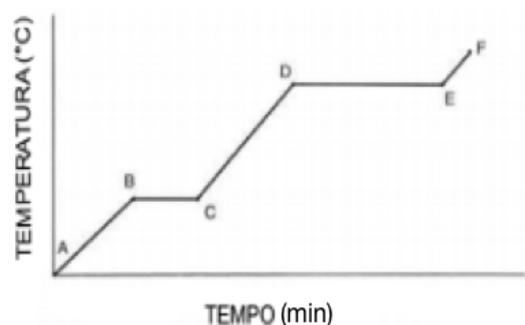
- a) I e IV
 b) I e II;
 c) I, II e III;
 d) III e IV;
 e) IV;

6) O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera.

A transformação mencionada no texto é a:

- a) fusão;
 b) liquefação;
 c) vaporização;
 d) solidificação;
 e) condensação;

7) A curva de aquecimento abaixo foi obtida experimentalmente a partir do aquecimento do sólido de uma substância pura abaixo da sua temperatura de fusão através do fornecimento de energia térmica a uma taxa constante e a pressão constante.



Sobre a curva de aquecimento representada acima, é correto afirmar que:

- a) O processo que ocorre durante o segmento de linha DE é de vaporização;
- b) O processo que ocorre durante o segmento de linha AB é de fusão;
- c) O processo que ocorre durante o segmento CD é de vaporização;
- d) O processo que ocorre durante o segmento BC é de aquecimento do sólido;
- e) O processo que ocorre durante o segmento EF é de aquecimento do líquido;

8) Considere a tabela de pontos de fusão e ebulição das substâncias a seguir, a 1 atm de pressão:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
Cloro	-101,0	-34,6
Flúor	-219,6	-188,1
Bromo	-7,2	58,8
Mercúrio	-38,8	356,6
Iodo	113,5	184,0

A 50°C, encontram-se no estado líquido:

- a) cloro e flúor;
- b) bromo e mercúrio;
- c) cloro e iodo;
- d) flúor e bromo;
- e) mercúrio e iodo

9) Observe os fatos abaixo:

- I) Uma pedra de naftalina deixada no armário;

II) Uma vasilha com água deixada no freezer;

III) Uma vasilha com água deixada no sol;

IV) O derretimento de um pedaço de chumbo quando aquecido;

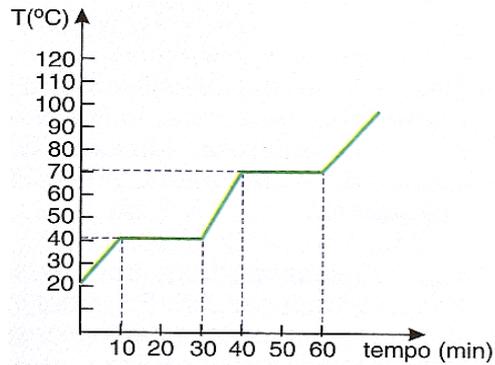
Nesses fatos estão relacionados corretamente os seguintes fenômenos:

- a) I. Fusão; II. Sublimação; III. Vaporização; IV. Solidificação.
- b) I. Sublimação; II. Sublimação; III. Vaporização; IV. Solidificação.
- c) I. Vaporização; II. Solidificação; III. Fusão; IV. Sublimação.
- d) I. Sublimação; II. Solidificação; III. Vaporização; IV. Fusão.
- e) I. Vaporização; II. Sublimação; III. Fusão; IV. Solidificação.

10) O comportamento dos gases, como a difusão de moléculas de um perfume em um ambiente, pode ser explicado se considerarmos que as moléculas constituintes dos gases:

- a) Tem movimento aleatório e livre;
- b) Tem movimento ordenado;
- c) Possui baixa velocidade;
- d) Possui energia cinética média inversamente proporcional à temperatura
- e) Estão muito próximas umas das outras.

11) Um cientista recebeu uma substância desconhecida, no estado sólido, para ser analisada. O gráfico abaixo representa o processo de aquecimento de uma amostra dessa substância:



Analisando o gráfico, podemos concluir que a amostra apresenta:

- a) duração da ebulição de 10 min;
- b) duração da fusão de 40 min;
- c) ponto de fusão de 40°C;
- d) ponto de fusão de 70°C;
- e) ponto de ebulição de 50°C;

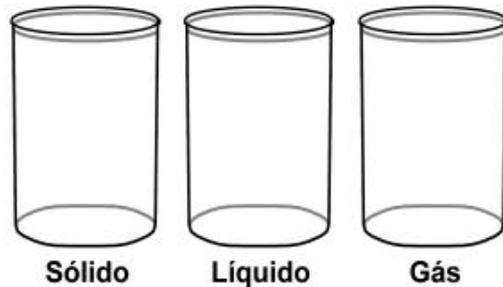
12) Considere as seguintes afirmações sobre os estados físicos de uma substância:

- I) No estado sólido não há qualquer espaço vazio entre as moléculas;
- II) No estado sólido as moléculas permanecem perfeitamente estáticas;
- III) No estado gasoso as moléculas estão muito próximas umas das outras;
- IV) A distância média entre as moléculas na fase líquida é muito menor que a distância média entre as moléculas na fase gasosa.

Está(ão) **correta(s)** a(s) afirmação(ões):

- a) I;
- b) I, II;
- c) I, II, III e IV;
- d) IV;
- e) I, II e IV;

13) Represente, no interior dos recipientes abaixo, modelos microscópicos para uma amostra de alumínio (Al) nos estados físicos indicados:



Sólido

Líquido

Gás

APÊNDICE B – Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da água. Fase Pré-Experimental: Predição sobre a Curva de Aquecimento da Água

Considere a seguinte situação-problema:

Em um experimento para estudar as mudanças de fase em substâncias puras, uma amostra de água sólida cujo ponto de fusão é 0°C é aquecida e sua temperatura é registrada em função do tempo por 10 min. Os dados/evidências são utilizados para construir um gráfico de temperatura, em $^{\circ}\text{C}$, em função do tempo em minutos.

1) Faça uma predição sobre qual dos gráficos abaixo melhor representa o resultado do experimento descrito acima para **a variação da temperatura de uma amostra de água sólida pura durante o seu aquecimento até uma temperatura acima de seu ponto de fusão?**

Acredito que o gráfico que melhor representa a curva de aquecimento da água é o Gráfico _____.

Gráfico A

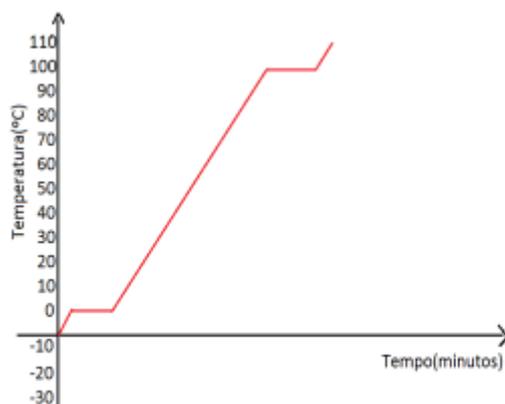
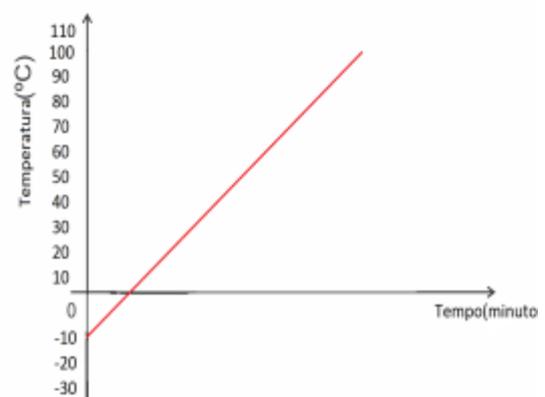


Gráfico B



Fonte: Fonte do Autor

2) Apresente por escrito uma evidência que está expressa no gráfico a qual levou você a fazer a sua escolha.

3) A partir de seus conhecimentos de Química, explique porque essa evidência sustenta o gráfico escolhido.

4) A partir de seus conhecimentos de Química, explique porque você não escolheu o outro gráfico como sendo o resultado do experimento.

APÊNDICE C – Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água. Fase Experimental

Colocação da situação-problema:

Projete um experimento para estudar o **comportamento de uma amostra de água** (ponto de fusão de 0°C) **ao longo do processo de seu aquecimento, até a amostra atingir a temperatura ambiente**, com as seguintes condições:

- A amostra inicialmente se encontra na fase sólida a uma temperatura aproximada de -6 °C;
- A amostra será aquecida até próximo da temperatura ambiente; e,
- Os equipamentos e reagentes são aqueles disponíveis no Laboratório de Ciências.

1) Em pequenos grupos, faça um planejamento de como você estudaria experimentalmente o processo de aquecimento da água, nas condições estabelecidas: (a) Identificar as variáveis a serem medidas; (b) Escolher os equipamentos e reagentes necessários, disponíveis no Laboratório de Ciências para executar o experimento; (c) Elaborar detalhadamente os procedimentos para coleta de dados/evidências explicando o que será observado e registrado durante o experimento e como será registrado; (d) por quanto tempo e em que frequência serão feitas as medidas e as observações; (e) Descreva quais cuidados seriam necessários para evitar acidentes no laboratório; (f) Descrever as observações a partir dos dados/evidências coletados no experimento e representá-los na forma gráfica.

a) Identificar as variáveis a serem medidas:

b) Escolher os equipamentos e reagentes necessários, disponíveis no Laboratório de Ciências para executar o experimento:

c) Elaborar detalhadamente os procedimentos para coleta de dados/evidências explicando o que será observado e registrado durante o experimento e como será registrado:

d) Por quanto tempo e em que frequência serão feitas as medidas e as observações:

e) Descreva quais cuidados seriam necessários para evitar acidentes no laboratório:

f) Descrever as observações a partir dos dados/evidências coletados no experimento e representá-los na forma gráfica:

APÊNDICE D – Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água. Fase Pós-Experimental

1) A partir de seus conhecimentos de Química, interpretar o resultado obtido experimentalmente para a curva de aquecimento da água:

2) Comparar o resultado obtido experimentalmente com o gráfico escolhido (sua predição) como resposta para a curva de aquecimento da água na fase pre-experimental, apresentando semelhanças e diferenças encontradas.

3) Concluir a respeito da escolha (sua predição) feita na fase pre-experimental para a curva de aquecimento da água, ou seja, se a experiência mostrou que o seu resultado predito é correto ou não (verificação experimental).

4) (a) Apresentar e discutir no grande grupo a sua explicação prévia (hipótese) para o fenômeno feita na fase pre-experimental;

(b) Reformular sua explicação prévia (hipótese), caso necessário, ou seja, caso sua interpretação inicial para o fenômeno não esteja de acordo com o conhecimento Químico.

5) Com base no seu conhecimento químico e nos resultados obtidos nesta atividade experimental, esboce em um gráfico a predição para a curva de resfriamento da água na forma líquida a 30°C até -10°C e justifique sua resposta.

APÊNDICE E – Guia de Atividade de Experimentação Virtual: Estados Físicos e Mudanças de Fase. Etapa 1: Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos em Diferentes Estados Físicos da Matéria

Introdução:

Nesta atividade você utilizará um simulador computacional e participará da exploração virtual do **comportamento microscópico** de átomos de uma amostra de uma substância nos estados físicos **sólido**, **líquido** e **gasoso** e, durante mudanças de fase. Os simuladores que você usará foram criados levando em conta **modelos físicos** para as interações entre os átomos da amostra e seus movimentos. Os modelos físicos são usados para representar o comportamento do sistema em estudo de modo **aproximado e simplificado**. Portanto, os simuladores que você utilizará não correspondem à vida real, mas sim a uma simplificação dela. Observe, por exemplo, que os átomos se moverão em duas dimensões, mas átomos reais se movem em três dimensões. Tais simplificações podem ser feitas pois não mudarão os aspectos mais importantes do sistema que estudaremos. Explore os simuladores na sequência sugerida neste guia, respondendo as questões solicitadas. Se necessário volte para o simulador anterior e repita a exploração.

Questão 1) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado gasoso e observe cuidadosamente. As linhas tracejadas representam interações atrativas entre pares de átomos que se aproximaram.

a) Pare o simulador e conte quantas interações entre dois átomos (linhas tracejadas) aparecem. Inicie novamente o simulador, deixe-o rodar por mais alguns instantes, pare-o e conte novamente o número de interações entre dois átomos registrando suas observações:

Questão 2) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado líquido e observe cuidadosamente.

a) Selecione a opção para marcar um átomo aleatório e observe o movimento deste átomo durante alguns instantes. Descreva o movimento deste átomo em comparação aos átomos ao redor dele.

b) Escolha três átomos da amostra e conte o número de interações atrativas (linhas tracejadas) que parecem para cada átomo:

Átomo 1: _____

Átomo 2: _____

Átomo 3: _____

c) Descreva quais diferenças você observou no comportamento dos átomos para as amostras gasosa e líquida. Retorne ao simulador da amostra gasosa, se necessário for.

Questão 3) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado sólido e observe cuidadosamente.

a) Escolha um átomo no centro da amostra e conte o número de interações atrativas (linhas tracejadas) que parecem para este átomo registrando-as posteriormente:

Questão 4) Resuma suas observações a respeito do comportamento microscópico de átomos nos estados gasoso, líquido e sólido, enfatizando as principais características observadas e as diferenças entre os três estados físicos:

APÊNDICE F – Guia de Atividade de Experimentação Virtual: Estados Físicos e Mudanças de Fase. Etapa 2: Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos Durante Mudanças de Fase

Questão 1) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado sólido e observe cuidadosamente o que ocorre quando energia é adicionada ao sistema. As linhas tracejadas representam interações atrativas entre pares de átomos.

a) Acione o botão para iniciar o fornecimento de energia para a amostra, registrando as alterações que você observa ao longo de alguns minutos:

b) Retorne o simulador ao estado inicial. Procure identificar os instantes em que você acredita que a amostra altera seu estado físico. Para auxiliar no seu registro, zere o cronômetro ao iniciar a introdução de energia e anote o tempo em que a amostra sofre fusão e depois a vaporização.

c) Descreva quais diferenças você observou no comportamento dos átomos durante a introdução de energia na amostra. Retorne o simulador ao estado inicial, se necessário for.

Questão 2) Resuma suas observações a respeito do comportamento microscópico de átomos durante as mudanças de fase, enfatizando as principais características observadas:

APÊNDICE G – Questionário de Opinião dos Participantes da Pesquisa

Prezado Estudante, gostaria que você respondesse as questões abaixo de acordo com a sua opinião.

Sua colaboração é muito importante.

Obrigada!

Data:	Sexo: () Feminino () Masculino	
Idade:	Matrícula:	Turma:

-
- 1) O que mais chamou sua atenção na aula experimental de Química sobre a Curva de Aquecimento da Água? Justifique.

- 2) Qual(is) dificuldade(s) você encontrou para responder às questões nos guias das atividades destas aulas?

- 3) Qual(is) dificuldade(s) você encontrou para desenvolver a atividade experimental?

- 4) De que forma os conhecimentos teóricos lhe auxiliaram na aula experimental?

- 5) Como você avalia estas aulas?

APÊNDICE H – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado aluno ou responsável,

Sou professora do Colégio Presidente Emilio Garrastazu Médici - Fundação Bradesco, aluna mestranda da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Bagé no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. A pesquisa que desenvolvo tem como objetivo geral conceber, implementar e avaliar uma sequência didática desenvolvida em sala de aula com alunos do 1º EM abordando o conteúdo Estados Físicos da Matéria com ênfase nos aspectos microscópicos, com o apoio de objetos virtuais de aprendizagem, cuja finalidade é contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de Ciências na Educação Básica. Este trabalho é realizado sob orientação do professor Paulo Henrique Guadagnini, docente da UNIPAMPA.

A participação dos estudantes desta instituição é de grande importância nesta investigação, em vista disso, solicito sua autorização para utilizar a transcrição escrita de fichas de atividades de aula, testes, questionários, cadernos de campo, entrevistas gravadas e/ou diálogos de episódios filmados das atividades de aula para análise e divulgação de resultados desta pesquisa em relatórios de pesquisa, livros, artigos em periódicos e/ou eventos acadêmicos e/ou científicos, em função da sua participação na turma de estudantes desta escola, a qual desenvolverei as atividades da Pós-Graduação.

Gostaria de esclarecer que a sua participação na pesquisa é voluntária, podendo encerrar-se no momento em que você assim o desejar e que a desistência por sua parte não incorrerá em nenhum tipo de prejuízo para você. Ressalta-se, também, que esta pesquisa não é remunerada, e portanto, não caberá nenhum tipo de remuneração em razão desta pesquisa. Como é usual em pesquisas deste tipo, o nome da Escola e das pessoas colaboradoras serão mantidos em total sigilo, ou seja, não serão mencionados nomes em relatórios ou artigos, ou qualquer outro tipo de trabalho acadêmico e/ou científico que possam vir a ser publicados. Cabe-lhe, também, o direito de fazer perguntas sobre a pesquisa e de conhecer os resultados dela.

Contando com sua anuência, agradeço sua autorização.

Bagé, julho de 2015.

Camila Litchina Brasil

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – UNIPAMPA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Autorizo a transcrição escrita de fichas de atividades de aula, testes, questionários, cadernos de campo, entrevistas gravadas e/ou diálogos em episódios filmados das atividades de aula com o(a) estudante

para análise e divulgação de resultados desta pesquisa em relatórios de pesquisa, livros, artigos em periódicos e/ou eventos acadêmicos e/ou científicos, a qual tem por objetivo geral planejar, desenvolver e avaliar o impacto de atividades planejadas e desenvolvidas para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de Ciências na Educação Básica pela mestranda e professora Camila Litchina Brasil.

Assinatura do(a) Responsável: _____

Instituição: _____ Data: _____

APÊNDICE I – Produção Educacional

**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**

ATIVIDADES DE ENSINO DE QUÍMICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE UTILIZANDO EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Camila Litchina Brasil

Proposta educacional associada à Dissertação de Mestrado realizada sob orientação do Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini e apresentada à Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências, Área de Concentração: Ensino de Ciências, do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa.

**Bagé/RS.
2016.**

1. APRESENTAÇÃO

Prezado professor, este material é o produto educacional construído durante a minha pesquisa de mestrado profissional intitulada “Experimentação e Simulação Computacional no Ensino de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase na Educação Básica”.

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola particular da cidade de Bagé, localizada no interior do Rio Grande do Sul, durante o primeiro semestre de 2015.

A proposta foi aplicada em uma turma de 1º ano do ensino médio e, nesta sequência de ensino constam atividades, voltadas para o ensino de Química, referente ao conteúdo Estados Físicos da Matéria e suas Transformações, com o uso de experimentação real e virtual, ou seja, utilizando recursos tecnológicos como simulador adaptado, buscando proporcionar aos estudantes a construção de conceitos químicos, modelos, explorando a nível microscópico os estados físicos bem como suas transformações.

Confeccionada para servir de material de apoio ao professor, esta sequência didática, poderá ser livremente adaptada ou alterada de acordo com sua conveniência, uma vez que utiliza recursos de *hardware* e *software* livres, flexíveis e fáceis de se usar, sistematizados por procedimentos e técnicas baseados em referenciais educacionais consolidados. Detalhes da pesquisa que originou este trabalho encontram-se na dissertação de mestrado de Litchina Brasil (2016).

Bagé/ RS – Ano de 2016

Camila Litchina Brasil

2. DESCRIÇÃO GERAL

Esta sequência de ensino foi desenvolvida para o 1º ano do Ensino Médio e faz uso de simulação computacional, ou seja, de tecnologia. Tais recursos permitem a exploração de fenômenos químicos nos níveis macroscópicos e microscópico, permitindo um aprendizado ao mesmo tempo mais efetivo e motivador.

Propomos o desenvolvimento de atividades que serão compostas de simulações apoiada por computador e prática experimental em uma abordagem de laboratório aberto.

Foram previstos 6 encontros de 2 horas-aula para o desenvolvimento da proposta, totalizando 12 horas-aula.

O material instrucional referente aos simuladores (experimentos virtuais) foi desenvolvido a partir da construção de um hipertexto com simuladores. Os simuladores foram personalizados a partir de modelos de simuladores para mudança de estados físicos disponibilizados na página do Concord Consortium, Concord (2014). Foi utilizado o software Molecular Workbench como sistema de autoria para produzir as atividades contendo hipertexto e os simuladores.

A seleção dos simuladores obedeceu a critérios gerais de qualidade de conteúdo, usabilidade, e potencial como recurso de ensino. A qualidade do conteúdo se refere a clareza, a concisão, a relevância da informação, e a possibilidade de tratamento de conceitos básicos. Quanto a usabilidade, se refere a facilidade de uso do simulador, a apresentação de instruções claras ao usuário, a interatividade, a flexibilidade, a reusabilidade do simulador, e a qualidade da apresentação gráfica motivadora ao aluno.

A atividade com o experimento real utilizou a abordagem do laboratório aberto, no qual o aluno foi o responsável por delinear o projeto do experimento, sua execução e conclusões, seguindo as orientações da professora que apresentou a situação problema. Em uma aula anterior àquela em que o experimento foi realizado, os alunos, com auxílio da professora, trabalharam colaborativamente no sentido de construir de modo reflexivo um roteiro para o experimento.

2.1 Descrição Da Sequência De Ensino

Como sugestão, para cada uma das atividades propostas, indicamos que os professores realizem uma retomada do que foi abordado nas aulas anteriores. Esta pode ser feita através de questionamentos solicitando feedbacks constantes, com a construção de mapas conceituais, por exemplo. Oportunizando aos estudantes estabelecer relações com os tópicos estudados a fim de compreenderem o conteúdo de forma contextualizada e não fragmentada e, também, para realizar possíveis intervenções visando a correção, evitando assim, falhas no processo da aprendizagem. Após, que sejam esclarecidos os objetivos das atividades propostas, buscando estimular os alunos na execução das tarefas.

Encontros 1 e 2: Levantamento de Conhecimentos Prévios e Discussão de Conceitos Básicos sobre Estados Físicos da Matéria

Para dar início a Sequência Didática proposta aplicar o Pré-Teste de Conhecimentos localizado no APÊNDICE A e, após, foram descritos os objetivos das próximas aulas:

- Interpretar os estados físicos e transformações da água, empregando modelos microscópicos;
- Compreender as propriedades temperatura de fusão e de ebulição da água;
- Planejar como estudar o comportamento da água durante o aquecimento e caracterizar as transformações físicas que ocorrem.

Em seguida, questionar os alunos:

- Quais são os estados físicos da matéria?
- Como os átomos ficam organizados ou arranjados em cada um dos estados físicos?
- Quando dizemos que a água tem a fórmula química H_2O como acham que as moléculas se organizam no espaço em uma amostra de gelo, em uma amostra de água líquida e em uma amostra de água gasosa?

Ouvir as respostas dos estudantes, verificando quais são as concepções que trazem a respeito da organização das partículas.

Solicitar a participação dos alunos no quadro para:

- Desenhar a representação microscópica dos estados físicos da matéria;
- Usar modelos de bolas de isopor e palitos, ou kit de modelos moleculares, para que os alunos associem a representação dos átomos ou moléculas das substâncias em 3D à fórmula da água (H_2O) nos diferentes estados físicos da matéria.

Discutir com os alunos o significado dessas representações, explicando o que representam.

Encontros 3 e 4: Refletindo sobre o Comportamento Microscópico da Molécula de Água em Diferentes Estados Físicos e, Previsão da Curva de Aquecimento da Água

Solicitar que os alunos elaborem uma explicação para a existência da água nos três estados físicos, efetuando o registro em seus cadernos.

Estipular o tempo de 10 minutos para a realização da tarefa.

O professor deverá conduzir a correção através da leitura aleatória dos alunos efetuando intervenções sempre que necessário for.

Os alunos deverão responder as seguintes questões:

- Qual é o comportamento das moléculas da água com o aumento da temperatura? Elabore um gráfico para representação.
- Qual é o comportamento das moléculas da água à medida que ocorre o resfriamento? Elabore um gráfico para representação.
- Como fariam para estudar o comportamento da água em função do aumento da temperatura?

Alguns alunos podem não utilizar a escrita para responder as questões propostas e sim representações, nestes casos a correção da tarefa poderá ser feita solicitando que os alunos se dirijam ao quadro, frente a classe, para expor seus posicionamentos, e o professor poderá intervir quando necessário.

Em seguida, os alunos deverão realizar o preenchimento da atividade relacionada a Fase Pré-Experimental: Predição sobre a Curva de Aquecimento da Água, que envolve a interpretação da situação problema proposta.

O Guia de Atividade Pré-Experimental pode ser consultado no APÊNDICE B.

Este guia utiliza como estratégia didática para a realização da experimentação a abordagem Predizer, Observar e Explicar (POE), proposta por Nedelsky (1961), por White e Gunstone (1992) e citada por Barros (1994). De acordo com Schwahn e Oigen (2008), nesta metodologia, é o aluno quem a partir da predição sobre os resultados aos quais deve chegar da observação durante a realização de um experimento e da explicação feita entre o predito e o observado, reconstrói o seu conhecimento científico.

Encontros 5 e 6: Construção de Procedimento Experimental e Execução do Levantamento da Curva de Aquecimento da Água

Iniciar a aula com os alunos dispostos em pequenos grupos (aproximadamente 5 componentes) para responderem a situação-problema descrita no Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água, em que, deverão elaborar um procedimento de uma prática a ser executada no laboratório sobre o comportamento da água com o aumento da temperatura. O Guia de Atividade para esta proposta esta disponível no APÊNDICE C.

Esta atividade, possui caráter mais investigativo e ênfase na discussão dos resultados obtidos, busca diminuir o número de práticas que utilizam roteiros prontos, evitando a realização de atividades que não contribuem para a motivação dos estudantes.

Os alunos irão dirigir-se para a aula experimental no laboratório de ciências da escola sob supervisão do professor e será disponibilizado aos estudantes: termômetro, cronômetro, béquer e água no estado físico sólido.

Encontros 7 e 8: Análise e Reflexões Pós Experimental

Iniciar a aula com uma síntese do que foi realizado no laboratório junto com os alunos.

Analisar o resultado obtido no aquecimento da água. Para isso, comparar os gráficos do Guia de Atividade da Fase Pré-Experimental, que esta disponível no APÊNDICE B com o obtido no experimento em que o Guia de Atividade Pós-Experimental pode ser consultado no APÊNDICE D.

Propor a discussão das comparações entre os gráficos, dividindo o quadro em duas partes e anotando as principais semelhanças e diferenças entre eles.

Efetuar a explicação bem como o esclarecimento de dúvidas, projetando o gráfico temperatura vs tempo de aquecimento da água, discutindo com os alunos as mudanças físicas que ocorrem em cada uma das suas partes.

Observações Durante a Discussão:

Foi solicitada a descrição das características comuns e diferenças entre os gráficos analisados.

Outros aspectos que também foram explorados: o tempo de aquecimento e volume de água aquecido, significado da inclinação das retas que compõem a curva e as retas horizontais, pontos fora da reta, o aspecto da água durante o aquecimento e a sua relação com os dados de temperatura na curva, se o volume da água era o mesmo em todo o experimento, se a chama usada no aquecimento da água era uniforme;

Foi discutido sobre o que seria possível generalizar a partir dos dados sobre a curva de aquecimento da água, por exemplo, a temperatura de fusão e temperatura de ebulição da substância, e a possibilidade de que na mudança de estado da água, não há alteração da substância.

Foi abordada a definição da transformação física. Citados outros exemplos de transformações físicas, por exemplo, mudança da forma do material, mudança do tamanho (rasgar uma folha de papel), dobrar ou esticar um material.

Finalizar a proposta, solicitando aos estudantes, uma lista com cinco exemplos de transformações físicas presentes no cotidiano deles com justificativa.

Encontros 9 e 10: Experimentação Virtual para Estudo dos Estados Físicos e Transformações em Escala Microscópica

No laboratório de informática da escola, realizar o experimento simulado, utilizando o simulador Molecular Workbench preparado para simulação de uma amostra contendo átomos nos estados físicos sólido, líquido e gasoso e para simulação microscópica do processo de transição de fases desta amostra. Os alunos deverão utilizar os guias de atividades que deverão ser entregues aos estudantes para desenvolverem a argumentação direcionada pelos guias da etapa 1 que constam 4 questões dissertativas e, para etapa 2 com 2 questões dissertativas. Os guias de atividades para esta proposta estão disponíveis nos APÊNDICES E e F.

Encontros 11 e 12: Apresentação e Discussão dos Resultados no Grande Grupo

Com a mediação do professor, os alunos deverão compartilhar no grande grupo as argumentações feitas nos guias de atividades das aulas anteriores, para que assim, efetuem uma sistematização final.

As questões que constam nos Guias de Atividades, abordam o conteúdo: Estados Físicos da Matéria e suas Transformações e, espera-se que os estudantes compreendam o comportamento microscópico de cada um dos estados físicos da matéria e o comportamento dinâmico nas transições de fase.

Para finalizar a proposta, os estudantes deverão responder novamente ao Teste de Conhecimentos aplicado no início da proposta para verificar a compreensão dos estudantes em relação ao conteúdo abordado nesta Sequencia Didática e, para elaborar possíveis estratégias de intervenções.

ANEXO A – Teste de Motivação para Aprender

Itens da Escala	Nunca	Às vezes	Sempre
1. Eu estudo porque estudar é importante para mim			
2. Eu estudo por medo dos meus pais brigarem comigo			
3. Eu tenho vontade de conhecer e aprender assuntos novos			
4. Eu faço os deveres de casa por obrigação			
5. Eu gosto de estudar assuntos desafiantes			
6. Eu gosto de estudar assuntos difíceis			
7. Eu estudo porque meus pais prometem me dar presentes, se as minhas notas forem boas			
8. Eu me esforço bastante nos trabalhos de casa, mesmo sabendo que não vão valer como nota			
9. Eu estudo porque meus professores acham importante			
10. Eu estudo mesmo sem os meus pais pedirem			
11. Eu estudo porque fico preocupado(a) que as pessoas não me achem inteligente			
12. Eu me esforço bastante nos trabalhos, em sala de aula, mesmo sabendo que não vai valer como nota			
13. Eu estudo por medo dos meus pais me punirem			
14. Eu estudo porque estudar me dá prazer e alegria			
15. Eu só estudo para não me sair mal na escola			
16. Eu fico tentando resolver uma tarefa, mesmo quando ela é difícil para mim			
17. Eu estudo para os meus pais deixarem eu me divertir com os meus amigos ou fazer as coisas que eu gosto			
18. Eu prefiro aprender, na escola, assuntos que aumentem minhas habilidades ou meus conhecimentos			
19. Eu só estudo para agradar meus professores			

20. Eu faço minhas lições de casa, mesmo que meus pais não me peçam			
21. Eu estudo porque gosto de ganhar novos conhecimentos			
22. Eu estudo apenas aquilo que os professores avisam que vai cair na prova			
23. Eu gosto de estudar			
24. Eu só faço meus deveres de casa porque meus pais acham importante			
25. Eu procuro saber mais sobre os assuntos que gosto, mesmo sem meus professores pedirem			
26. Eu só estudo porque quero tirar notas altas			
27. Eu gosto de ir para a escola porque aprendo assuntos interessantes lá			
28. Eu só estudo porque meus pais mandam			
29. Eu estudo porque quero aprender cada vez mais			
30. Eu estudo por obrigação			
31. Eu fico interessado(a) quando os professores começam um conteúdo novo			