

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

HEIDIMAR FRANÇA MACHADO

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CALOR E TEMPERATURA
EM UMA VISÃO MICROSCÓPICA PARA LICENCIANDOS
EM PEDAGOGIA

Bagé

2016

HEIDIMAR FRANÇA MACHADO

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CALOR E TEMPERATURA
EM UMA VISÃO MICROSCÓPICA PARA LICENCIANDOS
EM PEDAGOGIA**

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.

Orientador: Dr. Paulo Henrique Guadagnini

Coorientadora: Dra. Vania Elisabeth Barlette

Bagé

2016

HEIDIMAR FRANÇA MACHADO

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CALOR E TEMPERATURA EM
UMA VISÃO MICROSCÓPICA PARA LICENCIANDOS EM
PEDAGOGIA**

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.

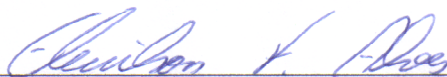
Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 25 de fevereiro de 2016.

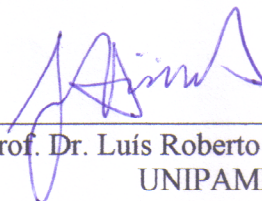
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Elenilson Freitas Alves
UNIPAMPA



Prof. Dr. Luís Roberto Brudna Hölzle
UNIPAMPA

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) .

M149s Machado, Heidimar

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CALOR E TEMPERATURA
EM UMA VISÃO MICROSCÓPICA PARA LICENCIANDOS EM
PEDAGOGIA / Heidimar Machado.

102 p.

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

"Orientação: Prof.Dr.Paulo Henrique Guadagnini".

1. Calor e temperatura. 2. História da ciência.
3. Ensino de ciências. 4. Tecnologias de informação
e comunicação no ensino de ciências. 5. Concepções
epistemológicas. I. Título.

*A memória de meu querido pai, Nilson Delmar
Oliveira Machado, que vive sempre em meu pen-
samento,... e, amei, amo e amarei para todo sem-
pre.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Grande Arquiteto do Universo, pela oportunidade de trilhar esta jornada e desafiar-me.

Para minha filha Morgana, com amor incondicional.

A Ana Elize Alves, companheira de longa jornada, que muito se dedicou para suprir minhas ausências, e aguentar meus momentos de estresse e ansiedade.

À minha mãe Eide, pela dedicação empenha durante toda a minha jornada escolar, acadêmica, profissional e pela boa educação. E por me lembrar sempre que “o sacrifício é o intervalo entre seu objetivo e a glória”.

Ao professor Dr. Elenilson Freitas Alves que me acolheu junto de sua família desde a primeira semana de aula, e tornou possível a realização desde mestrado. A sua esposa Karina pela amizade, atenção e compreensão.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Guadagnini, pelos seus ensinamentos e pelo tempo dedicado. Obrigado pela compreensão, pela paciência e por sempre acreditar e incentivar-me na realização desta dissertação.

À Prof^{ra}. Dra Vania Elisabeth Barlette, por suas valiosas contribuições teórico-metodológicas e pela sua impressionante força de vontade para ajudar. Obrigada pela sua paciência e pelo seu apoio em todos os momentos deste processo.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal do Pampa, pelos momentos de aprendizagem, e todas as contribuições em minha formação.

Aos meus colegas de curso e grandes amigos, em especial, para o colega Carlos Henrique Campanher pelas conversas, debates, e caronas, e ao colega José Ciríaco Silva Dutra pelas discussões sobre epistemologia da Ciência, e a sua esposa, pela amizade e acolhida em sua residência e toda atenção sempre desprendida a minha pessoa e família.

À coordenação do Curso de Pedagogia da Universidade Federal do Pampa do campus de Jaguarão por ter me possibilitado a realização da proposta desta dissertação de mestrado.

Aos acadêmicos da componente curricular História da Ciência do 4º semestre do curso de Licenciatura em Pedagogia do campus Jaguarão, pela aceitação e participação no trabalho.

“... Se a pesquisa é fruto, o ensino são as sementes que foram plantadas. Sem sementes não há árvores, sem árvores não há frutos.”

Missa do Cadáver – Rubem Alves

RESUMO

Este estudo tem como objetivo conceber, implementar e avaliar uma sequência didática sobre os conceitos de calor e temperatura em uma abordagem microscópica para estudantes do curso de Pedagogia em um contexto da história da ciência. A sequência didática foi concebida combinando atividades de simulação computacional que foram adaptadas do Projeto *Molecular Workbench* evidenciando aspectos microscópicos dos conceitos de calor e temperatura, atividades concretas de construção de modelos moleculares com recursos de baixo custo, bem como atividades com painéis de linha do tempo da história da ciência para o conceito de calor. A sequência didática foi implementada no segundo semestre do ano letivo de 2014 com uma turma de 33 estudantes do curso de Pedagogia de uma universidade pública brasileira, no âmbito do componente curricular de História da Ciência. Para a coleta de dados, o estudo utiliza um instrumento disponível na literatura para avaliar as concepções dos estudantes sobre ciência, modelo e modelagem científica, e um teste de conhecimento de múltipla escolha com questões adaptadas da literatura para avaliar as concepções sobre calor e temperatura, ambos administrados antes da implementação didática. O estudo também utiliza um teste disponível na literatura sobre motivação para aprender e um questionário com questões abertas sobre átomo e molécula, ambos administrados antes e após a implementação didática, bem como guias de atividades com simuladores computacionais e painéis da linha do tempo sobre a história do conceito de calor desenvolvidos pelos participantes durante a prática pedagógica. A análise dos resultados sobre concepções de ciência, modelo e modelagem científica indicou que a concepção predominante dos participantes antes da implementação da proposta é empirista indutivista para o fazer científico. A análise dos resultados do teste de conhecimento sobre os conceitos de calor e temperatura foi realizada com base nas concepções dos participantes segundo as visões não racionalista e racionalista, indicando que os participantes apresentaram predominantemente uma concepção não racionalista para os conceitos de calor e temperatura antes da implementação da proposta. A análise das respostas aos guias de atividades com simulação computacional desenvolvidas pelos participantes durante a aplicação da proposta para os conceitos de calor e temperatura mostrou avanço dentro do perfil conceitual. O relato apresentado com base na observação do pesquisador durante a prática pedagógica indicou que a construção da linha do tempo proporcionou uma visão mais próxima do fazer científico, bem como o uso dos simuladores computacionais oportunizou a construção dos conceitos de calor e temperatura em uma abordagem microscópica, permitindo facilitar a compreensão do conceito de calor como um processo de transferência de energia entre duas amostras. O teste de hipótese para a motivação para aprender dos participantes indicou que não houve melhoria estatisticamente significativa na motivação para aprender com a aplicação da proposta. A sequência didática desenvolvida constitui o produto educacional desta dissertação e pode contribuir para melhoria do ensino dos conceitos de calor e temperatura no contexto da história da ciência.

Palavras-chave: Calor e temperatura. História da ciência. Ensino de ciências. Tecnologias de informação e comunicação no ensino de ciências. Concepções epistemológicas.

ABSTRACT

This study aims to design, implement and evaluate a teaching sequence on the concepts of heat and temperature on a microscopic approach to undergraduate students in Pedagogy course in a context of history of science. The didactic sequence was designed combining computer simulation activities that were adapted from the Molecular Workbench Project showing microscopic aspects of the concepts of heat and temperature, concrete activities to build molecular models with low cost resources and activities with the timeline panels of history of science to the heat concept. The didactic sequence was implemented in the second semester of the school year 2014 with a class of 33 students of the Pedagogy course at a Brazilian public university, in the curricular component of the History of Science. For data collection, the study uses an tool available in the literature to assess the conceptions of students about the scientific work and scientific modeling, and a multiple-choice knowledge test with questions adapted from the literature to assess the conceptions of heat and temperature, both administered before didactic implementation. The study also uses a test available in the literature on motivation to learn and a questionnaire with open questions about atom and molecule, both administered before and after the didactic implementation, as well as computer simulation activity guides and timeline panels of history of heat concept developed by the participants during teaching practice. Analysis of results on conceptions of science, model and scientific modeling has indicated that the prevailing conception of the participants prior to the implementation of the proposal is empiricist inductivist for scientific work. Analysis of the results of the knowledge test on the concepts of heat and temperature was based on the ideas of the participants according to the non-rational and rationalist views, indicating that participants mostly had a non-rationalist conception for heat and temperature concepts before implementation the proposal. Analysis of responses to activity guides with computer simulation developed by the participants during the implementation of the proposal for the concepts of heat and temperature showed improvement within the conceptual profile. The report presented based on observation of the researcher during the pedagogical practice indicated that the construction of timeline provided a closer view of the scientific work and the use of computer simulations provided an opportunity to construction of heat and temperature concepts in a microscopic approach allowing easier understanding of the concept of heat as a process of energy transfer between two samples. The hypothesis test for the motivation to learn of the participants indicated that there was no statistically significant improvement in motivation to learn from the implementation of the proposal. The didactic sequence developed is the educational product of this work and can contribute to improving the teaching of heat and temperature concepts in the context of the history of science.

Keywords: Heat and temperature. History of science. Science teaching. Information and communication technologies in science teaching. Epistemological conceptions.

QUADROS

Quadro 1 - Concepções prévias de estudantes sobre conceitos.....	18
Quadro 2 - Aspectos abordados por conteúdos de afirmativas por temas.....	30
Quadro 3- Distribuição de afirmativas por temas e suas descrições.....	31
Quadro 4 - Classificação das questões quanto à concepção filosófica de ciência.....	32
Quadro 5 - Objetivo de Aprendizagem da 1ª Atividade com esferas rígidas.....	45
Quadro 6 - Objetivo de Aprendizagem da 2ª Atividade com esferas rígidas.....	46
Quadro7 - Objetivo do uso da simulação computacional.....	51
Quadro 8 - Perfil dos agrupamentos obtidos.....	74

FIGURAS

Figura 1 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad01	40
Figura 2 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad03	41
Figura 3 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad04	42
Figura 4 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad05	42
Figura 5 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad07	43
Figura 6 – Mapa da atividade de modelagem atômica	45
Figura 7 - Modelos moleculares confeccionados pelos acadêmicos	47
Figura 8 - Proposta de Aristóteles para transformação dos elementos	48
Figura 9 - Linha do tempo sobre calor e temperatura na Física	49
Figura 10 - Linha do tempo sobre calor e temperatura na Química	49
Figura 11 - Linha do tempo sobre calor e temperatura na Biologia	50
Figura 12 - Simulador Computacional - <i>Phase Lab</i>	52
Figura 13 - Simulador Computacional - <i>Heat Transfer II</i>	53
Figura 14 - Histograma para afirmativa 01 - Categoria Ciência 1	62
Figura 15 - Histograma para afirmativa 03 - Categoria Ciência 1	63
Figura 16 - Histograma para afirmativa 04 - Categoria Ciência 1	63
Figura 17 - Histograma para afirmativa 07 - Categoria Ciência 1	64
Figura 18 - Histograma para afirmativa 08 - Categoria Ciência 1	64
Figura 19 - Histograma para afirmativa 09 - Categoria Ciência 1	65
Figura 20 - Histograma para afirmativa 10 - Categoria Ciência 1	65
Figura 21 - Histograma para afirmativa 12 - Categoria Ciência 1	66
Figura 22 - Histograma para afirmativa 03 - Categoria Ciência 2	67
Figura 23 - Histograma para afirmativa 05 - Categoria Ciência 2	67
Figura 24 - Histograma para afirmativa 06 - Categoria Ciência 2	68
Figura 25 - Histograma para afirmativa 11 - Categoria Ciência 2	68

Figura 26 - Histograma para afirmativa 13 - Categoria Ciência 2.....	69
Figura 27 - Histograma para afirmativa 15 - Modelo 1.....	70
Figura 28 - Histograma para afirmativa 16 - Modelo 1.....	70
Figura 29 - Histograma para afirmativa 17 - Modelo 1.....	70
Figura 30 - Histograma para afirmativa 20 - Modelo 1.....	71
Figura 31 - Histograma para afirmativa 23 - Modelo 1.....	71
Figura 32 - Histograma para afirmativa 14 - Modelo 2.....	72
Figura 33 - Histograma para afirmativa 18 - Modelo 2.....	73
Figura 34 - Histograma para afirmativa 19 - Modelo 2.....	73
Figura 35 - Histograma para afirmativa 21 - Modelo 2.....	74
Figura 36- Diagrama de caixa para motivação.....	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Panorama geral do problema e justificativa: como (não) se ensina ciências nos Cursos de Pedagogia (domínio didático).....	14
1.2 O desenvolvimento histórico dos conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura (domínio epistemológico).....	17
1.3 Dificuldade na aprendizagem dos conceitos de átomos, moléculas, calor e temperatura ..	18
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivo geral	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 Plano da dissertação.....	20
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	21
2.1 História no Ensino de Ciências.....	21
2.2 Motivação para aprender	23
3 ESTUDOS RELACIONADOS	26
4 METODOLOGIA.....	28
4.1 Caracterização do estudo	28
4.2 Participantes e Local da estudo.....	28
4.3 Instrumentos de coleta de dados	29
4.3.1 Análise do questionário - Concepção de ciência, modelo e modelagem científica.....	30
4.3.2 Análise do teste de conhecimentos	31
4.4 Análise do teste de motivação para aprender	34
5 INTERVENÇÃO E AÇÃO REFLEXIVA.....	37
5.1 Encontro 1: Introdução e levantamento das concepções de átomo, molécula e modelo molecular	37
5.1.1 Ideias principais do primeiro encontro	38
5.2 Encontro 2: Construção de modelos moleculares.....	43
5.3 Encontro 3: Introdução ao estudo da evolução do conceito de calor e temperatura.....	47
5.4 Encontro 5: A busca de uma visão microscópica	51
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59

6.1 Desempenho dos participantes no teste de conhecimentos	59
6.1.1 Análise de itens do teste	59
6.2 Desempenho dos participantes no teste - Concepção de ciência, modelo e modelagem científica	61
6.2.1 Análise de itens do teste	62
6.3 Motivação para aprender dos participantes	75
6.3.1 Teste de hipóteses para a variável motivação para aprender	76
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE A – ATIVIDADE EXPLORATÓRIA COM SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA INTERPRETAÇÃO MICROSCÓPICA DA TEMPERATURA DE UM GÁS.....	84
APÊNDICE B – ATIVIDADE EXPLORATÓRIA COM SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DO CONCEITO DE CALOR	86
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO	88
APÊNDICE D – PRODUÇÃO EDUCACIONAL.....	89

1 INTRODUÇÃO

1.1 Panorama geral do problema e justificativa: como (não) se ensina ciências nos Cursos de Pedagogia (domínio didático)

O panorama do ensino de Ciências voltado para Educação Básica apresenta atualmente lacunas significativas. Estas possivelmente oriundas do reflexo da normatização do Ensino Básico; escolhas metodológicas dos formadores destes futuros professores e também oriundas de sua própria formação enquanto formadores de professores (DUCATTI-SILVA, 2005 e ARAÚJO NEGRÃO et al., 2013). A atuação do profissional da Educação Básica é regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) aprovada em 1996 (9394/96), onde a mesma exige uma formação em nível superior, apresentando em sua maior parte, professores das séries iniciais formados em Pedagogia. Assim, este professor que atuará nos primeiros anos é caracterizado como generalista, ou seja, é responsável pelo ensino em várias áreas do conhecimento.

A presente característica, longe de ser um fator que facilita ou não o ensino de Ciências nesta etapa da escolaridade, suscita as pesquisas aonde a mesma vem apontado um rol de problemas (DUCATTI-SILVA, 2005; LONGHINI, 2008; BERTUCCI e OVIGLI, 2009). Dificuldades destacadas pelo fato de em sua própria formação o futuro pedagogo se deparar com aspectos metodológicos em detrimento dos conteúdos específicos de Ciências (BERTUCCIE OVIGLI, 2009). Desta forma, os docentes acabam reféns do livro didático, transformando o ensino de Ciências em momentos de memorização e sem formação de opiniões. Bizzo (2000) quanto Gadotti (1998) tecem uma crítica ao curso de Pedagogia para a formação de professores de Ciências, alegando a fragmentação do curso e a apresentação de poucas oportunidades de aprofundamento do conhecimento científico e sua origem.

Ducatti-Silva (2005) diz que:

“A amplitude da formação acaba por não garantir uma efetiva preparação para a atuação desse profissional por não conseguir atingir o imenso conjunto de eixos que cercam as várias áreas de habilitações, deixando de atender às necessidades daqueles habilitados a ministrarem as aulas de Ciências no Ensino Fundamental”.

Estes futuros professores possuem um papel importante no ensino de Ciências. Tornase de consenso, que as crianças trazem para a escola um bom repertório de hipóteses sobre a natureza. Assim, o professor deverá auxiliar na organização a sistematização dessas ideias, é preciso que o professor instigue, norteie as informações e permita uma nova elaboração de conceitos, a partir dos prévios conhecimentos do estudante, visto que “Cabe ao professor ori-

entar os alunos sobre o que e onde observar, de modo que se colem dados importantes para as comparações que se pretende, pois a habilidade de observar implica um olhar atento para algo que se tem a intenção de ver” (BRASIL, 1997, p. 66).

Ao pensar a formação de professores/as para as Anos Iniciais do Ensino Fundamental, existem uma em especial que carece ser apresentada. Nos anos de 80 e 90, com o fechamento dos cursos de Magistério das redes públicas de ensino, a rede privada abarcou a formação docente (TOSCATO e SAITO, 2009), os cursos de Pedagogia a partir de 1996, onde sua formação apresentava uma excessiva ampliação de funções, pois formaria em um só curso e por igual, o professor, o gestor e o pesquisador (LIBÂNEO, 2007), um generalista, onde o ensino de Ciências estaria restrito a uma componente curricular relacionada ao ensino e/ou didática.

Dentro das variações metodológicas do ensino de Ciências, o uso de sequências didáticas faz-se presente no atual cenário educacional. As sequências de atividades de ensino-aprendizagem, ou sequências didáticas, revelam-se em um “conjunto de atividades ordenadas e estruturadas que articulam a promoção de determinados objetivos educacionais, em comum acordo entre professores e alunos” (ZABALA, p. 18, 1998). Estas podem possuir uma diversidade de recursos, dentre elas atividade de lápis e papel (AZEVEDO, 2004); atividade didática baseada em Questões Prévias (TERRAZZAN e SANTINI, 2005); atividade didática baseada em Experimento (LOPES, 2044; DEMCZUK, 2007); Atividade didática baseada em Analogia (TERRAZZAN e SILVA, 2005); atividade Didática baseada em Mapa Conceitual (MOREIRA, 2009) e atividade didática baseada em software (PIETRO, et al. 2005; PURIFICAÇÃO, et al. 2005 e BARBOSA, 2010). Dentre as atividades didáticas, destacamos as atividades baseadas em experimentos que tem com proposição a aproximação do estudante a situações similares e a investigação científica. Quanto melhor a compreensão sobre os fenômenos naturais (DEMCZUK, 2007), estes, possivelmente podem proporcionar um confronto entre os conceitos prévios, formulados pelos estudantes e os conceitos científicos construídos e compartilhados entre comunidade científica. Destacamos também as atividades baseadas em software, aqui apontadas como simulações computacionais de processos dinâmicos no Ensino de Ciências.

A aplicação de recursos computacionais no Ensino de Ciências vem crescendo continuamente, especialmente nas últimas duas décadas. Dentre os recursos disponíveis, os simuladores computacionais são softwares em que são implementado modelos físicos que pretendem descrever determinados aspectos de um sistema natural. Modelos físicos procuram representar de forma simplificada e idealizada um sistema do mundo natural, captando somente

alguns aspectos mais relevantes e que são suficientes para descrever o sistema em estudo. Para que sejam concisos e genéricos, os modelos físicos são usualmente representados matematicamente utilizando equações e uma lógica algorítmica. Nos softwares simuladores computacionais, tais equações e lógica são transcritas em uma linguagem que possam ser interpretadas e executadas numericamente em computadores digitais. Simulações computacionais de sistemas complexos, como os que envolvem interações entre dezenas de átomos e moléculas, poderiam produzir resultados úteis para a compreensão do comportamento microscópico do sistema físico-químico, e que não são óbvios tomando como base somente a definição dos modelos físicos utilizados. Pode-se considerar que as simulações computacionais possuem o status de experimentos computacionais.

No Ensino de Ciências, os simuladores computacionais são especialmente úteis quando utilizados para compor atividades de ensino-aprendizagem em que se deseja evidenciar conceitos e comportamentos físicos que ocorrem na escala de dimensões de átomos e moléculas (escala nanométrica). Tais conceitos são de difícil compreensão por parte dos estudantes devido ao afastamento que tais conceitos apresentam em relação ao mundo concreto e macroscópico.

O uso de simuladores computacionais, associados a uma estratégia de ensino bem planejada, podem potencializar o aprendizado de tais conceitos, bastante comuns no Ensino de Ciências. Uma classe de sistemas físicos de interesse ao Ensino de Ciências se refere ao comportamento de um conjunto de átomos e moléculas interagentes em um sistema dinâmico que evolui no tempo e no espaço.

Tais sistemas são envolvidos em conceitos como temperatura, calor, solubilidade, reatividade química, entre outros processos na escala manométrica. Existem disponíveis atualmente poucos simuladores voltados para atividades de ensino aprendizagem de sistemas atômico-moleculares dinâmicos, como os necessários para descrever, por exemplo, o processo de transferência de energia entre duas amostras a diferentes temperaturas. Um sistema simulador que propomos a utilização neste trabalho é o *Molecular Workbench*, disponibilizado pelo Concord Consortium (CONCORD, 2014). O software *Molecular Workbench* implementada internamente uma máquina computacional para dinâmica molecular e uma máquina computacional para dinâmica quântica, que conjuntamente permitem executar simulações computacionais de sistemas moleculares dinâmicos (KHINE, M.S.; SALEH, I.M., 2011).

Neste sistema simulador, a elevada complexidade dos modelos físicos não é explicitada ao estudante, o qual pode se concentrar no comportamento do sistema microscópico e nos

conceitos estudados. O sistema *Molecular Workbench* é um software multiplataforma e inclui um módulo para desenvolvimento de simuladores que utilizam as máquinas computacionais referidas anteriormente. Existe também um extenso conjunto de simuladores e atividades envolvendo simuladores prontos para uso e que podem ser utilizados livremente. Neste trabalho, propomos a utilização de adaptações de simuladores prontos para o estudo dos conceitos de calor e temperatura segundo uma visão microscópica.

1.2 O desenvolvimento histórico dos conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura (domínio epistemológico)

Esta dissertação busca contribuir com a formação em ciências de licenciandos em pedagogia, tendo como foco a construção das noções científicas de átomo, molécula, calor e temperatura. Por que esses conceitos foram escolhidos neste trabalho? Primeiramente, esses conceitos foram se constituindo e se transformando ao longo da História da Ciência desde a época da civilização grega. Hoje, a sua compreensão torna-se útil para auxiliar no entendimento do processo da construção da Ciência; e, em segundo, por serem importantes para o entendimento de como a matéria é constituída em termos de uma descrição microscópica envolvendo átomos e moléculas. O conceito de átomo é anterior à tentativa de compreender a natureza. A palavra átomo designa do grego – e significa aquilo que não pode ser dividido. Demócrito de Abdera (V a.C.) entendia átomo como a menor partícula da matéria. A partir dos trabalhos de (Antoine Laurent Lavoiser, 1743 – 1794; John Dalton 1766 – 1844; Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro 1776 – 1856; Jöns Jacob Berzelius 1779 – 1848; Dmitri Ivanovic Mendeleiev 1834 – 1907) e demais, foi possível estabelecer um conceito de átomo. Em 1811 o químico Amadeo Avogadro propôs o conceito de “molécula” através da compilação do trabalho de Gay-Lussac e Dalton, onde o mesmo seria uma generalização do conceito de átomo, até então aceito como constituinte básico pelas propriedades químicas das substâncias e molécula. Este, somente elucidado ao final do Sec. XIX com descoberta do elétron e os fenômenos radioativos.

A respeito das primeiras concepções de calor e temperatura, podemos destacar as impressões dos pré-socráticos de algo próximo aos constituintes corpusculares do elemento fogo (CINDRA e TEIXEIRA, 2004). Para (Roger Bacon, 1214-1294; Johannes Kepler, 1571-1630; Galileu Galilei, 1564-1642; Bernardino Telesio, 1504-1588) consideravam o calor um tipo de fluído, onde o movimento das partículas produziam ou geravam o calor. A partir do aperfei-

çoamento dos instrumentos de aferição de temperatura por Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) foi possível o entendimento de alguns fenômenos relacionados às propriedades térmicas dos materiais.

1.3 Dificuldade na aprendizagem dos conceitos de átomos, moléculas, calor e temperatura

Os conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura carregam consigo uma dificuldade de assimilação por parte dos estudantes conhecidas na literatura. Este muitas vezes, oriunda da falta de contextualização dos conceitos extremamente abstratos com o contexto do estudante. Estes conceitos em sua grande maioria são descritos e colocados com uma receita que deve ser decorada. Na visão de Grings, é importante mostrar aos estudantes que o que está sendo ensinado não deve representar uma imposição da visão científica dos conceitos, mas dar-lhe oportunidades de comparar com suas concepções prévias, adquiridas ao longo da vida (GRINGS; CABALLEO; MOREIRA, 2006). Alguns estudos recentes mapearam as concepções prévias dos estudantes em relação aos conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura, conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Concepções prévias de estudantes sobre conceitos.

Conceito	Situação exemplo	Concepções prévias	Referência
Átomo	Modelo de átomo Dilatação vs aquecimento A existência do vazio	Modelo Planetário (Rutherford)	[1]
		“As partículas aumentam de tamanho” Substancialista. “...quanto mais escuro, mais concentrado”	[2]
Molécula	Dilatação vs aquecimento Multiplicação de átomos	“As moléculas aumentam de tamanho”. “O aumento de volume é consequência da dilatação das partículas”	[2]
Calor	Diferenciando calor e temperatura	“Calor significa um estado do clima em que as temperaturas ficam mais altas.” “O calor é diretamente proporcional à temperatura”.	[3]
	Trocas de calor	Vesti um agasalho bem quente.	[4]
	Fonte de calor	Existem 2 tipos de “calor”: o quente e o frio.	
Temperatura	Sensação térmica	A temperatura do metal é menor que a da madeira. “O metal é frio” e “o frio não sobe na madeira”.	[5]
		“A temperatura é uma constante de calor existente em um ambiente.”	
	Temperatura e calor como sinônimos	“Hoje está muito calor”	[5]
		“Que frio está entrando pela porta”	
Processo endotérmico	“Se absorve a energia, então a temperatura deveria aumentar”.	[6]	

- [1] (SANDRI, et al. 2011)
- [2] (MORTIMER, 1995)
- [3] (JUNIOR, 1999)
- [4] (AMARAL; MORTIMER, 2001; MORTIMER; AMARAL, 1998)
- [5] (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002)
- [6] (BARROS, 2009)

Dessa forma, desenvolveu-se uma Sequência Didática, onde as atividades foram planejadas e desenvolvidas com a intenção de relacionar fenômenos macroscópicos com sua interpretação microscópica utilizando simulações computacionais.

A produção educacional apresentada no Apêndice E pretende contribuir para o ensino de conceitos de calor e temperatura. Ao longo da aplicação da sequência didática, os acadêmicos do Curso de Licenciatura em Pedagogia são instigados a utilizar seus conhecimentos na execução de atividades como: confecção e montagem de modelos moleculares de esferas rígidas, construção de uma linha do tempo sobre a evolução do conceito de calor e temperatura e a utilização de dois simuladores computacionais que aproximam a visão microscópicas dos fenômenos para um melhor entendimento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Conceber, implementar e avaliar uma sequência didática voltada a licenciandos em Pedagogia envolvendo os conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura em um contexto histórico, com o apoio de simulações computacionais.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Conhecer o imaginário dos licenciandos acerca do que é Ciência e do fazer científico, bem como acerca da compreensão sobre o que é modelo científico e o processo de modelagem nas ciências, a partir de um instrumento de pesquisa adaptado da literatura;

- b) Conhecer os conceitos intuitivos sobre átomo, molécula e modelo científico dos licenciandos, bem como os conceitos construídos de átomo, molécula e modelo a partir de uma atividade;
- c) Conhecer os conceitos intuitivos sobre calor e temperatura dos licenciandos, bem como os conceitos construídos de calor e temperatura a partir de uma atividade;
- d) Avaliar a aplicabilidade da sequência didática para a compreensão dos licenciandos acerca de noções científicas da estrutura microscópica da matéria a partir da evolução histórica dos conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura.

1.5 Plano da dissertação

Esta dissertação é apresentada em 7 capítulos e 4 apêndices.

No que segue, o Capítulo 2 apresenta os “Fundamentos Teóricos” relacionados a História do Ensino de Ciências e da motivação para aprender, o Capítulo 3 apresenta “Estudos Relacionados” ao tema da dissertação.

A “Metodologia da Pesquisa” é apresentada no Capítulo 4, contendo a caracterização do estudo, os participantes e o local da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, os aspectos éticos, e a forma de análise dos dados.

O Capítulo 5 apresenta a “Intervenção e Ação Reflexiva” e o desenvolvimento da sequência didática, que é apresentada como proposta na Produção Educacional no Apêndice E que pretende contribuir para uma melhor compreensão sobre os conceitos de calor e temperatura.

O Capítulo 6 apresenta os “Resultados e Discussão” e o Capítulo 7 apresenta as “Considerações Finais” do pesquisador sobre este estudo.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 História no Ensino de Ciências

A História da Ciência visa apresentar a origem e desenvolvimento do conhecimento científico, diferentemente da apresentação de resultados e constatações. Neste sentido Martins (2006) enfatiza que “a história das ciências não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas”. Estas vão desde o estudo de episódios históricos marcantes que possibilitem a integração entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; aos estudos que viabilizem perceber o processo de coletivo e gradativo de construção do conhecimento.

Estudos relacionados (Pena e Filho, 2009; Ataíde e Silva, 2011) alicerçados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2002) apontam a história das ciências no ensino como potencial de:

- Mostrar tanto os acertos como os erros das ciências;
- Contribuir para o entendimento da relação ciência, tecnologia e sociedade;
- Servir como fermenta no trabalho das concepções prévias mostradas pelos alunos;
- Mostrar os problemas e dificuldades e dilemas que rodeiam o cientista na formulação de teorias.

Gil-Pérez et al. (2001) e Fernández et al. (2002) relatam que os estudantes, professores e as pessoas em geral, possuem uma grande variedade de concepções ingênuas, sem aporte teórico e errôneas sobre a natureza das ciências, acreditando que a Ciência habita a verdade incontestável de pensadores em seu tempo em suas concepções, bem como, sendo definida como impossível de articulações humanas em uma sequência de esforços em vista a um conhecimento mais elaborado.

Cupani (2004) destaca uma visão anticientificistas, igualmente falsa, onde a reação contra o poder da ciência pode levar a defender uma posição de que todo conhecimento não passa de mera opinião, que todas as ideias são equivalentes e que não há motivo algum para aceitar as concepções científicas. Todavia, não há garantias de cem por cento de acertos, havendo sim, evidências a favor ou contra determinadas posições.

Martins (1990), diz que o ensino de História de Ciências aos universitários seria uma boa oportunidade de ensinar como se formou este mundo cultural onde vivemos, assim como nossos recursos técnicos atuais. Sendo importante destacar que este tipo de ensino, facilita a compreensão de resultados finais e de seu real significado. A formação dos professores para o

ensino de Ciências constitui-se em um problema, este agravado na formação de professores para series iniciais, licenciandos em pedagogia (OVIGLE e BERTUCCI, 2009).

Uma justificativa para o uso da História da Ciência no ensino é que ela pode resgatar certas partes do processo vivenciado pelos cientistas em determinadas épocas, em contraposição à visão meramente de produto que acabamos ensinando, estas reforças pelos livros didáticos (MARTINS, 2006).

Sendo aprendizagem um encadeamento de ideias e pressupostos ordenados em uma sequência lógica e coerente, Medeiros e Bezerra Filho (2000), relata que:

[...] aprender o processo como conhecimento científico tem sido historicamente construído é algo tão importante de ser compreendido quanto os próprios conteúdos, o que acaba auxiliando os alunos a entenderem a Ciência não como um dogma inquestionável, mas como um processo elaborado pelos homens, sujeito a erros, revisões e avanços. (p.10)

Em seu trabalho, Martins (2006) relata alguns países, assim como Brasil com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) perceberam a importância da utilização da História da Ciência no ensino de todos os níveis e que essa linha temática está, gradualmente, ganhando espaço no ensino, especialmente no nível universitário e no nível médio. Todavia as evidências indicam ainda uma carência de profissionais habilitados para abordar a História da Ciência e seu uso na educação, podendo garantir o mínimo de equívocos.

Em contra partida, observando-se que a utilização da História da Ciência no ensino tem sido enfatizada, basicamente, segundo dois aspectos: como conteúdo de ensino em si mesmo e como fonte de inspiração para definição de conteúdos e atividades de ensino. (Bastos, 1998, apud LONGHINI; NARDI, 2009).

Papp (1961) indicam que o uso da História da Ciência permite mostrar aos estudantes que devido à falta de equipamentos experimentais avançados, tais como telescópios e mecanismos acurados de marcação do tempo, testes experimentais muitas vezes se tornavam impossíveis ou impraticáveis a comprovação de tal estudo.

Na defesa do papel da história da ciência no ensino, Guerra et al. (1998 apud PENA, 2009) são categóricos ao afirmar que a história e a filosofia da ciência “devem ser vistas como parte integrante do conteúdo a ministrar, não sendo somente vistas como motivadoras para o estudo da ciência, mas tendo papel fundamental, sem o qual, o ensino mesmo perde o seu significado” .

Algumas possibilidades da utilização do uso da História da Ciências em sala de aula são elencadas por Peduzzi (2001, apud DUARTE, 2006), como: Propiciar o aprendizado significativo de equações; Lidar com a problemática das concepções alternativas; Incrementar a cul-

tura geral do estudante; Desmistificar o método científico; Mostrar como o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que as teorias científicas não são “definidas e irrevogáveis”; Contribuir para um melhor entendimento das relações da ciência com a tecnologia, a cultura e a sociedade; Propiciar o aparecimento de novas maneiras de ensinar certos conteúdos e melhorar o relacionamento professor-aluno.

2.2 Motivação para aprender

A motivação é definida por Bzuneck (2001, p.9) como “aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar de curso”. E é entendida como um fator importante que “levam a uma escolha, instigam e fazem iniciar um comportamento direcionado a um objetivo [...] e não menos importantes asseguram a sua persistência” (Ibid., p.9).

Dentro de uma nova proposta que visa responsabilizar o estudante por sua própria aprendizagem, sendo ela mediada ou não, “os efeitos imediatos da motivação do aluno consistem em ele envolver-se ativamente nas tarefas pertinentes ao processo de aprendizagem, o que implica ele ter escolhido esse curso de ação, entre outros possíveis e ao seu alcance” (Ibid., p.11).

Tal envolvimento consiste na aplicação de esforço no processo de aprender e com a persistência exigida por cada tarefa. Como consequência, denomina-se desmotivado (e este é um conceito puramente descritivo) o aluno que não investir seus recursos pessoais, ou seja, que não aplicar esforço, fazendo apenas o mínimo, ou se desistir facilmente quando as tarefas lhe parecerem um pouco mais exigentes” (BUZUNECK, 2001, p.11).

A motivação de grau de qualidade desejada é a que apresenta níveis moderados, não sendo excessivamente baixa nem alta. Podendo se dizer “Em termos ideais, ela deve ser branda e vigilante, caracterizada mais pela qualidade do que pela intensidade” (Ibid., p. 18).

Guimarães (2001), define motivação intrínseca como motivação relacionada

à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação. Tal comprometimento com uma atividade é considerado ao mesmo tempo espontâneo, parte do interesse individual, e autotélico, isto é, a atividade é um fim em si mesma. Desse modo, a participação na tarefa é a principal recompensa, não sendo necessárias pressões externas, internas ou prêmios por seu cumprimento. [...] Um indivíduo intrinsecamente

motivado procura novidade, entretenimento, satisfação da curiosidade, oportunidade para exercitar novas habilidades e obter domínio. Está implícita nessa condição uma orientação pessoal para dominar tarefas desafiadoras, associada ao prazer derivado do próprio processo (Ibid., p. 37).

A presente autora destaca a relação positiva entre desempenho e motivação intrínseca:

Envolver-se em uma atividade por razões intrínsecas gera maior satisfação e há indicadores de que esta facilita a aprendizagem e o desempenho. Estes resultados devem-se ao fato de que, estando assim motivado, o aluno opta por aquelas atividades que assinam oportunidade para o aprimoramento de suas habilidades, focaliza a atenção nas instruções apresentadas, busca novas informações, empenhasse em organizar o novo conhecimento de acordo com os seus conhecimentos prévios, além de tentar aplica-lo em outros contextos. A percepção de progresso produz um senso de eficácia em relação ao que está sendo aprendido, gerando expectativas positivas de desempenho e realimentando a motivação para aquele tarefa ou atividade (Ibid., p. 38).

Para Guimarães (2001), a motivação intrínseca esta intimamente ligada as necessidades psicológicas inatas: (a) necessidade de competência (competência como capacidade do organismo de interagir satisfatoriamente com o meio); (b) necessidade de autonomia ou autodeterminação; e (c) necessidade de se sentir parte de um contexto.

O interesse pela aprendizagem apresenta variações, onde também destacada pela autora que os estudantes aprendem não só por gostarem ou estarem interessados em certo assunto, mas também por outros fatores como: (1) Por razões externas, como incentivos ou uma recompensa, seja por notas altas, um diploma, sendo esta uma *regulação externa* ao estudante que justificaria a sua envolvimento com o pensamento: “posso ter problemas se não o fizer” (Ibid., p.47);

(2) Podem aprender também mesmo sem um controle externo, por se sentirem culpados se não estudarem, para não dessagrar aos pais ou professores; é uma *regulação introjetada*, interna ao estudante: “vou me sentir culpado se não o fizer” (Ibib. 47);

(3) Podem aprender por uma *regulação identificada* como pessoal, cujo envolvimento na tarefa ou atividade seria justificado com o pensamento: “envolvo-me porque acho importante fazê-lo” (Ibid, p.47);

e (4) Aprendem por uma *regulação integrada*, autônoma e autodeterminada da motivação extrínseca, onde os fatores externos são percebidos como importantes a serem cumpridos e não sente coagidos.

Assim podemos caracterizar a motivos extrínsecos como:

A motivação extrínseca tem sido definida como a motivação para trabalhar em resposta a algo externo à tarefa ou atividade, como para a obtenção de recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, objetivando atender aos comandos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências ou habilidades. No contexto escolar, destaca-se uma avaliação cognitiva das atividades como sendo um meio dirigido a algum fim extrínseco, ou seja, o aluno acredita que o envolvimento na tarefa trará os resultados desejados, como, por exemplo, elogios, notas, prêmios ou ajudará evitar problemas (GUIMARÃES, 2001, p.46).

3 ESTUDOS RELACIONADOS

Os estudos relacionados a esta dissertação se referem às dimensões implicadas na implementação da sequência didática com a intenção de mapear os conceitos intuitivos dos licenciandos de Pedagogia sobre os conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura. A partir do mesmo, proporcionar uma abordagem da Ciência com o uso da História da Ciência, bem como, o uso de simuladores computacionais que facilitem a interpretação microscópica dos fenômenos.

O presente estudo tem como foco principal o ensino-aprendizagem baseado no uso da História da Ciência como ancoragem conceitual na busca de um entendimento de Ciência construída e desenvolvida ao longo de um período em transformação. Esta deve ao entendimento do avanço tecnológico construído pelo homem. Uma visão de Ciência como construtora de conhecimento.

O dialogo da ciência com o conhecimento remonta aspectos interessantes que carecem atenção. Nos processos de ensino e aprendizagem, a aquisição de informações está vinculada aquilo que se grava ou que foi aprendido (IZQUIERDO, 2011). Este viés da Neurociência esta relacionado à memória em construção a partir de processos cognitivos atrelados a conexões nervosas (sinapses), compostas por cerca 86 bilhões de neurônios. A Neurociência atrelada à Educação proporciona a visão do sucesso ou insucesso no processo de ensino e aprendizagem onde esta pode estar vinculada às estratégias pedagógicas dos educadores (CONSEZA e GUERRA, 2011). No intuito de tornar-se declarativa¹ as aprendizagens (saberes intuitivos) dos acadêmicos e evocar “estímulos”, capazes de interligar a rede neural do córtex (OLIVEIRA, 1999) para uma acomodação de conceitos carregados de um senso comum, a História da Ciência traduz este papel, assim como o uso de objetos de aprendizagem que através de “estímulos sensoriais” são potenciais recursos de aquisição de dados “aprendizagem” (IZQUIERDO, 2011).

Tais referencias são também apontadas por Moreira e Veit (2010) no uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na educação como ferramenta cognitiva potencialmente significativas. As tecnologias educacionais, bem como a alfabetização computacional permitem as pessoas pensar e fazer coisas novas para nós e, assim com a sociedade moderna concretiza feitos (DiSessa, 2001 apud MOREIRA e VIET, 2010).

¹ Consciência do que se sabe e das estratégias ao serem utilizadas (Paris et al., 1983 in Ribeiro, 2003).

Torna-se relevante destacar que Ostermann e Moreira (1992) indicam que o papel dos futuros professores de ciências nas series iniciais como imprescindível para evitar a aquisição de significados errôneos de conceitos físicos e a facilitar a mudança conceitual. É sabido que, as crianças trazem consigo ideias acerca dos fenômenos naturais antes de ingressarem na educação formal (MOREIRA, 1990).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do estudo

Este estudo é de natureza aplicada, de cunho qualitativo descritivo e quantitativo. A “pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito” (SILVA E MENEZES 2000, p. 20). Assim a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa (SILVA e MENEZES, 2005), e a mesma visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Fez-se uso das seguintes técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Na pesquisa quantitativa, o pesquisador procura descobrir e confirmar as relações causais entre as variáveis (MOREIRA e ROSA, 2007).

4.2 Participantes e Local da estudo

Os participantes, público alvo do estudo, são 01 turma do 4º semestre do Curso de Licenciatura em Pedagogia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Jaguarão, no âmbito do componente curricular História da Ciência. Dos 8 encontros de 04 horas-aula do componente curricular, a aplicação da proposta fará uso de 5 encontros para aplicação da proposta no 2º semestre de 2014. O professor pesquisador apresentava vínculo com a Instituição como Professor Substituto e esteve desempenhando esta função até o fim do segundo semestre de 2015.

O componente curricular História da Ciência tem 04 créditos semanais, concentrados em um encontro semanal, e teve o primeiro contato dos licenciandos com o ensino de ciências. Um segundo momento de contato com o ensino de ciências será no 7º semestre com o componente curricular Ensinar e Aprender Ciências.

O público alvo caracteriza-se por 33 acadêmicos, sendo trinta (30) do sexo feminino e três (03) do sexo masculino. A idade dos licenciandos varia entre 18 e 41 anos, com idade média de 26 anos. Do total de licenciandos, dezesseis (16) são egressos de escola pública, seis (06) são concluintes pelo ENEM, seis (06) foram certificados pelo EJA, sendo um (01) EJA da rede particular; é interessante salientar a presença de duas acadêmicas uruguaias (fronteiri-

ças) residentes da cidade de Rio Branco, bem como acadêmicos oriundos do Ensino Médio Profissionalizante (Contabilidade, Magistério e Química).

O Curso de Pedagogia da UNIPAMPA – campus Jaguarão em seu projeto pedagógico prioriza formação de professores comprometida com as questões da contemporaneidade. Nesse sentido, o curso compromete-se, como “mote de estudo e investigação, as **inter-relações entre cultura, sociedade e educação**, que se constituem em um grande **eixo temático estruturante** da organização curricular” (PPC Pedagogia, 2013).

Partindo da problematização das questões referentes às inter-relações, entende-se colaborar com a “formação de sujeitos éticos, sociais e políticos, comprometidos com a transformação, que dialoguem com as diferenças e os diferentes, que vejam o outro e a si mesmos como interdependentes e corresponsáveis na construção da cidadania (ibid.)”.

Assim, o Curso de Pedagogia da UNIPAMPA-Jaguarão, encontra-se alinhado às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) e da Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE/CP) nº1 de 15 de maio de 2006, para os cursos de Pedagogia, nas prerrogativas de:

[...] formar os sujeitos para atuar na educação infantil, nos anos iniciais do ensino fundamental, nos componentes curriculares pedagógicos do ensino médio, na educação de jovens e adultos, na gestão escolar e na atuação em espaços não escolares, enfatizando ainda a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. (CNE, 2006).

Neste contexto encontramos a componente curricular História da Ciência, cujo plano de ensino inclui abordar tópicos de História e Filosofia da ciência, enfatizando as diferentes visões de ciência ao longo dos tempos e a reflexão dos processos e finalidades da ciência moderna, refletindo sobre o processo de construção e reconstrução da ciência.

4.3 Instrumentos de coleta de dados

Para a coleta de dados foram utilizados diário reflexivo, questionários, portfólios e protocolos das atividades dos acadêmicos.

O diário reflexivo é entendido como "um guia de reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência" (PORLÁN & MARTÍN, 1997; ZABALLA, 1994). Onde, a partir de seu uso constante o professor tem a possibilidade e de refletir sobre sua prática e a dinâmica do seu trabalho.

Para SILVA e MENEZES (2005), o questionário é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante. E o portfólio pode ser definido como uma pasta que reúne o conjunto de trabalhos [...] fotos, gravuras, textos [...] que servem para divulgação e apreciação. O portfólio é um elemento importante para questão educacional, sendo utilizado no processo avaliativo, pois “a organização de um portfólio é a construção e desenvolvimento das evidências de aprendizagem do estudante” (OLIVEIRA e ELLIOT, 2012).

4.3.1 Análise do questionário - Concepção de ciência, modelo e modelagem científica

O questionário visa identificar a visão epistemológica dos acadêmicos sobre ciência, modelo e modelagem científica. O presente questionário é composto por vinte e três (23) questões em forma de escala *Likert* com cinco (05) alternativas (Concordo totalmente; Concordo; Indeciso; Discordo; Discordo totalmente).

As afirmativas estão divididas em quatro (04) temas com aspectos diferenciados para cada afirmativa conforme Quadro 2.

Quadro 2- Aspectos abordados por conteúdo de afirmativas por tema

Tema	Aspectos abordados
Natureza do Conhecimento Científico (NCC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relação entre teoria e prática 2. Falibilidade do conhecimento científico 3. Provisionalidade e progresso do conhecimento científico
Construção e Validação do Conhecimento Científico (CVCC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Importância dos pressupostos teóricos da observação e/ou experimentação 2. Papel da comunidade científica 3. Confrontação entre resultados teóricos e experimentais 4. Metodologia científica
Natureza e Função dos Modelos Científicos (NFMC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caráter representacional dos modelos 2. Papel mediador dos modelos entre teoria e realidade 3. Funções descritivas, explicativas e preditivas dos modelos 4. Modelos científicos e o Ensino de Ciências
Construção e Validação dos Modelos Científicos (CVMC)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relação entre modelo e teoria 2. Relação entre modelo e realidade 3. Multiplicidade de modelos 4. Generalização de modelos 5. Idealizações na modelagens de sistemas físicos

Fonte: BRANDÃO et al, 2011, p.50.

Cada grupo de temas acompanha um determina número de afirmativas. O tema Ciência 1 (08); o tema Ciência 2 (05); o tema Modelo 1 (06) e Modelo 2 (04) de acordo com o Quadro 3 com suas respectivas questões.

Quadro 3 - Distribuição de afirmativas por temas e sua descrição

Modelo	Descrição	Questão
Ciência 1	A ciência não é regida por concepções empiristas-indutivistas.	AF01, AF03, AF04, AF07, AF08, AF09, AF10, AF12
Ciência 2	O conhecimento científico é construído, falível e corrigível; a experiência é insuficiente como critério de validação e depende de pressupostos teóricos.	AF02, AF05, AF06, AF11, AF13
Modelo1	Os modelos científicos não correspondem à realidade de forma literal e completa.	AF15, AF16, AF17, AF20, AF22, AF23
Modelo 2	Os modelos científicos são construções humanas simplificadas de sistemas físicos; explicando-os de forma parcial e aproximada, simulando com mecanismos hipotéticos e pre-dizendo certos tipos de comportamentos.	AF14, AF18, AF19, AF21

Fonte: adaptado de BRANDÃO et al, 2011.

4.3.2 Análise do teste de conhecimentos

O teste de conhecimento é composto de dez (10) questões que versam sobre calor e temperatura. O presente teste foi adaptado do trabalho de Silveira e Moreira (1996), no qual os pesquisadores validaram um instrumento com o intuito de verificar a concepção sobre calor, temperatura e energia interna de 168 acadêmicos do curso de física geral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

A seguir apresentamos as dez (10) questões separadas por blocos (Calor e Temperatura) analisando as alternativas de cada questão quanto à sua concepção filosófica de mundo. Levando em consideração o trabalho desenvolvido por Mortimer e Amaral (2001) sobre perfil conceitual para o conceito de calor, onde os mesmos classificam em cinco (05) zonas: realista, animista, substancialista, empirista e racionalista. Corroborando com a ideia de perfil epistemológico de Bachelard (1978) na *Filosofia do Não*, com pontos de vistas filosóficos (animista, empirista e realista).

Nesse trabalho optamos por classificar as alternativas em *não racionalistas* onde podemos encontrar as concepções realistas, animistas e substancialista ou *racionalistas* que se aproximam de um pensamento em rede, disposto a aceitar a complexidade. Para análise en-

tendemos as mesmas de acordo com Mortimer (1996, p.30), Mortimer e Amaral (2001, p.11), onde:

[...] realista diz respeito à idéia de calor vinculada estritamente às sensações sem que seja feita uma reflexão sobre a sua natureza. Nesse sentido, pode existir a tendência de se fazer elaborações superficiais que não ultrapassam as sensações. Encontram-se, nesta zona, as idéias do senso comum, relativas ao calor e à temperatura. [...] animista diz respeito idéia de calor como substância viva ou capaz de constituir a vida, imbuída de uma força motora inerente podendo ainda ser associada à idéia de que os objetos ou materiais possuem vontade de dar ou receber calor. [...] empírica está relacionada com o desenvolvimento do termômetro que proporciona condições para realização de experimentos onde o calor poderia ser medido. E [...] racionalismo, onde os conceitos passam a fazer parte de uma rede de relações racionais.

Logo a baixo apresentamos o Quadro 4 com as questões com suas respectivas alternativas - (**NRA**) para não racionalista e (**RA**) para racionalista.

Quadro 4- Classificação das questões quanto à concepção filosóficas de ciência.

<p>1) Para que se possa falar em calor: a) é suficiente a existência de um único sistema (corpo) (NRA); b) são necessários, pelo menos, dois sistemas (RA); c) é suficiente a existência de um único sistema, porém ele deve estar "quente" (NRA).</p>	<p>2) Para que se possa admitir a existência de calor deve haver: a) uma diferença de massa (NRA); b) uma diferença de energia (RA); c) uma diferença de temperatura (RA).</p>
<p>3) Podemos associar a existência de calor: a) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor (NRA); b) somente aos corpos que estão "quentes" (NRA); c) às situações em que ocorre, necessariamente, a transferência de energia (RA).</p>	<p>4) O calor é associado: a) à energia cinética (movimento) das moléculas (RA); b) à energia transmitida através de uma diferença de temperatura entre dois corpos (NRA); c) à energia contida em um corpo (NRA).</p>
<p>5) Um professor em uma aula experimental mostra dois recipientes de forma e tamanho iguais. No recipiente A é colocado o dobro de água que no recipiente B. Em seguida os recipientes são colocados em aquecimento até o ponto de ebulição (convencionado 100°C). A temperatura da água no recipiente A será: a) maior que a temperatura da água do recipiente B (NRA); b) igual que a temperatura da água do recipiente B (RA); c) menor que a temperatura da água do recipiente B (NRA).</p>	<p>6) Referente a questão 5. A energia em forma de calor que foi envolvida nos processos de aquecimento será: a) maior no recipiente A (RA); b) maior no recipiente B (NRA); c) igual nos dois.</p>
<p>7) Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em um congelador. Basicamente, que diferença há entre elas imediatamente após a retirada do forno e da geladeira, respectivamente? a) a quantidade de calor contida em cada um delas (NRA); b) a temperatura de cada um delas (RA); c) uma delas contém calor e a outra não (NRA).</p>	<p>8) Uma aluno entra em uma sala de laboratório de ciências a uma temperatura ambiente de 25°C onde existe uma mesa de ferro e outra de madeira. Imediatamente liga-se o condicionador de ar. Após certo tempo, a temperatura da sala está em 20°C. A temperatura da mesa de ferro será: a) menor que a da mesa de madeira (NRA); b) maior que a da mesa de madeira (RE); c) igual a da mesa de madeira (RA);</p>
<p>9) A água (a 0°C) obtida pela fusão (processo físico de mudança de fase – sólido para o líquido) de um cubo de gelo (a 0°C), contém, em comparação ao gelo: a) mais energia (RA); b) menos energia (NRA); c) a mesma quantidade de energia (NRA).</p>	<p>10) Um pneu de carro que parte do repouso se encontra a uma temperatura de 20°C. Depois de 30 minutos rodando em uma rodovia, o pneu aqueceu até 50°C. É correto afirmar que: a) as moléculas que constituem o ar e que estão no interior do pneu começam a se mover quando o pneu é aquecido de 20°C a 50°C (NRA); b) quando o pneu é aquecido, as moléculas que constituem o ar e que estão no interior do pneu tem sua energia cinética média elevada (RA); c) a quantidade de calor que o pneu possui aumenta quando ele é aquecido (NRA).</p>

Fonte: Teste de conhecimento adaptado de Silveira e Moreira, (1996).

4.4 Análise do teste de motivação para aprender

Para a análise dos resultados de motivação para aprender foi utilizada a estatística descritiva, com o cálculo de valores característicos associados com a tendência central e a dispersão dos dados. Para a análise de tendência central utilizou-se a média aritmética e a mediana. A média aritmética é definida como a razão entre a soma dos dados e o número de dados. A mediana é o valor central de um conjunto de dados, que surge quando os valores numéricos deste conjunto são ordenados em ordem crescente. Uma vantagem da mediana sobre a média aritmética é sua menor sensibilidade a valores atípicos que eventualmente possam estar presentes no conjunto de dados. Valores atípicos são valores do conjunto de dados significativamente discrepantes de outros dados, o que pode ser devido à variabilidade na medida ou indicar um erro experimental.

As medidas de dispersão ou variabilidade dos dados têm como objetivo medir o nível de espalhamento ou variabilidade no conjunto de dados. Para as medidas de dispersão foram utilizados o desvio padrão e a faixa interquartil. O desvio padrão é uma medida de quão longe os dados estão da média aritmética do conjunto de dados. A faixa interquartil é definida como a diferença entre o quartil superior (Q3) e o quartil inferior (Q1) do conjunto de dados. Os quartis do conjunto de dados são obtidos ordenando, em ordem crescente, os dados e dividindo os valores numéricos ordenados em quatro conjuntos de igual número de dados. O valor que fica na divisão entre o primeiro e o segundo conjunto (em ordem crescente de valores) é o quartil inferior, Q1. O valor que fica na divisão entre o terceiro e quarto conjunto é o quartil superior, Q3. A faixa interquartil, calculada como $Q3-Q1$, geralmente é considerada uma medida de dispersão mais robusta por ser menos sensível à presença de valores atípicos no conjunto de dados.

A distribuição de probabilidade normal ou gaussiana é do tipo paramétrica, o que significa que ela pode ser completamente caracterizada por dois parâmetros: a média aritmética e o desvio padrão de uma amostra. A distribuição de probabilidade normal é perfeitamente simétrica, e apresenta um único máximo que coincide com a média aritmética e a mediana. O uso da média aritmética e do desvio padrão como medida de tendência central e dispersão presume que a distribuição de probabilidade é do tipo normal. Se a distribuição em estudo não for perfeitamente normal, o que é usualmente encontrado na prática especialmente em amostras pequenas, o uso da média e do desvio padrão para caracterizar os dados são aproximações (ZAIONTZ, 2015).

Para a análise do teste de motivação para aprender antes e após a aplicação das atividades experimentais foram utilizados testes de hipótese como método de inferência estatística. Um teste de hipótese estatístico permite testar a validade ou não de uma hipótese, ou questão, previamente formulada a respeito do comportamento dos dados de uma amostra.

No teste de hipótese são formuladas duas hipóteses conflitantes: a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1). A hipótese nula especifica a condição padrão na qual o efeito que se procura não existe, e a hipótese alternativa corresponde à afirmação de um efeito que se procura mostrar a existência (ZAIONTZ, 2015).

Na Tabela 01 são mostradas as hipóteses utilizadas na análise de motivação para aprender.

Tabela 01 - Hipóteses e alternativa utilizadas nos testes de hipótese para análise do teste de motivação para aprender

Teste de motivação para aprender	
H_0	Não há aumento na motivação para aprender dos participantes após a intervenção didática, ou seja, as diferenças de motivação observada não são estatisticamente significantes
H_1	Há aumento na motivação para aprender dos participantes após a intervenção didática

Deve ser observado que as hipóteses alternativas formuladas implicam não só que um efeito existe, mas que há uma direção específica no efeito, ou seja, um aumento no desempenho e motivação para aprender. Para levar em conta esta característica, foram efetuados testes de hipótese do tipo unilateral (ZAIONTZ, 2015).

Devido à variabilidade dos dados experimentais, quase sempre medidas em replicata resultam em valores diferentes. Assim, o objetivo do teste de hipótese não é determinar se há qualquer variação entre dois conjuntos de medidas, mas sim verificar se há uma mudança estatisticamente significativa entre dois conjuntos de medidas. Para proceder ao teste de hipótese, inicialmente é calculado um parâmetro numérico chamado de estatística de teste, que é sensível à diferença entre a hipótese nula e a hipótese alternativa. Em seguida, é calculado *valor-p*, que corresponde à probabilidade de obter um valor de estatística de teste maior ou igual àquele observado na amostra, sob a hipótese nula. A hipótese nula é rejeitada se o *valor-p* é menor que um valor pré-determinado pelo pesquisador, conhecido como nível de significância. Neste trabalho utilizamos um nível de significância de 0,05, de modo que um *valor-p* menor ou igual a 0,05 permite rejeitar a hipótese nula e estabelecer que o resultado seja estatisticamente significativo. O *valor-p* também pode ser interpretado como sendo o menor nível de significância com que não se rejeitaria a hipótese nula.

Para a análise de dados de desempenho e motivação para aprender, medidos em uma turma pequena de estudantes (com menos de 30 participantes), a consideração de uma distribuição normal geralmente não é garantida. Optamos deste modo pelo uso de testes de hipótese não paramétrico, especificamente o teste de *Wilcoxon* pareado unilateral. O teste de *Wilcoxon* pareado (*Wilcoxon signed-ranks test*) é um teste de hipótese não paramétrico para comparação de duas amostras pareadas e baseia-se nos postos das diferenças interpares (diferenças numéricas entre os valores obtidos para cada par de dados). O teste de *Wilcoxon* consiste no cálculo de todas as diferenças interpares, seguido da ordenação pelos seus valores absolutos. O posto (*rank*) de cada diferença interpar é multiplicado pelo sinal da 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 INTERVENÇÃO E AÇÃO REFLEXIVA

Este capítulo relata as atividades que foram desenvolvidas na intervenção pedagógica, bem como os resultados e discussões da pesquisa. Traz: a) o primeiro contato, no qual os licenciandos responderam os primeiros questionamentos: I - avaliação diagnóstica sobre motivação para aprender; II - visão dos licenciandos sobre ciência, o fazer científico, modelo científico e modelagem nas ciências; III - levantamento de conceitos intuitivos pelos licenciandos acerca de átomo, molécula e modelo; IV - levantamento de conceitos intuitivos pelos licenciandos acerca de calor e temperatura; b) Estudo de modelo, átomo e molécula com problematização e construção de modelos de esferas rígidas; c) Construção de uma linha do tempo sobre a evolução dos conceitos de calor e temperatura com cartazes (Portfólio); d) Estudo do calor e temperatura com simuladores computacionais com uso de dois protocolos: I) para temperatura, como uma medida da energia cinética média associada aos movimentos aleatórios de átomos/moléculas de uma amostra, o simulador “*PhaseLab*” do Projeto *Molecular Workbench*”, e para noção de calor, como uma medida da energia cinética média do movimento aleatório dos átomos/moléculas que é transferida entre amostras/corpos a diferentes temperaturas, com o simulador “*Heat transfer II*” do *Molecular Workbench*”; e por último, novamente os questionários: aIII) levantamento de conceitos construídos pelos licenciandos acerca de átomo, molécula e modelo por meio de um questionário, aIV) levantamento de conceitos construídos pelos licenciandos acerca de calor e temperatura por meio de um questionário, III - Identificação da concepção epistemológica sobre os conceitual de calor e temperatura dos licenciandos a partir da sua ação nesta atividade.

5.1 Encontro 1: Introdução e levantamento das concepções de átomo, molécula e modelo molecular

As atividades desta aula foram separadas em dois momentos. I – preenchimento dos questionários e II - levantamento dos conceitos de átomo, molécula e modelo molecular. Na primeira parte descritas na letra “a”, todas as atividades foram realizadas na primeira parte do encontro. Neste encontro, os acadêmicos foram apresentados à proposta através de uma conversa com o professor responsável de como pretendia trabalhar com os licenciandos durante o semestre letivo na componente curricular “História da Ciências”. Os acadêmicos mostraram-se receptivos e cordiais e foram-lhes explicado como seria desenvolvida a pesquisa.

Para iniciarmos os trabalhos de investigação, os 26 licenciandos presentes assinaram o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (Apêndice D). A presente atividade durou cerca de dois dos quatro períodos.

Na segunda parte da aula foram introduzidos os conceitos de átomo a partir da História da Ciência Grega com uso do projetor multimídia com a construção de uma linha imaginária do tempo. Os acadêmicos mantiveram-se concentrados e ouvindo atentamente a explanação. Não houve nenhuma pergunta por parte dos acadêmicos, sugerindo entendimento e/ou total desinteresse por tratar-se de um assunto em suas visões, longe de fazer parte do seu contexto pedagógico futuro.

5.1.1 Ideias principais do primeiro encontro

Após a explicação e apresentação do questionário “a II” - visão dos licenciandos sobre ciência, o fazer científico, modelo científico e modelagem nas ciências, um acadêmico relatou oralmente a visão hegemônica de Ciência e Cientistas:

Os cientistas são aqueles caras com os cabelos bagunçados, barbudos e cara de louco.

O presente relato oral apresenta uma visão distorcida de Ciência e Cientistas baseadas no senso comum.

Após a realização e preenchimento dos questionários de sondagem de conhecimentos foi apresentados aos acadêmicos uma linha do tempo sobre o conceito de Átomo a partir da História da Ciência Grega.

Partindo de uma ideia materialista proposta por Leucípo e Demócrito, onde o mesmo relatava ver possível cortar uma maçã porque havia espaços entre os átomos da maçã. Embora muito coerente, a mesma tinham apenas caráter filosófico (SILVA, 2010). Caindo assim no esquecimento até o início do séc. XIX.

Passamos então para as ideia de Dalton. Onde o mesmo contribui com sua Teoria Atômica para explicar as leis ponderais conhecidas em sua época. Explica e sintetiza os resultados experimentais propostos por Lavoisier e Prost, além de apontar um caminho para classificação dos elementos químicos baseados nos pesos atômicos.

Abordamos Joseph John Thomson com o modelo de Pudim de Passas, Rutherford com o Modelo Planetário a partir do bombardeamento de partículas “ α ” de Polônio (Po) em lamina de Ouro (Au), Niels Bohr com o salto quântico, Schrödinger com a contribuição da nuvem eletrônica, Sommerfeld com a quantificação energética dos elétrons e a trajetória elíptica das orbitas, chegando ao modelo atual de Heisenberg e Louis de Broglie com o Princípio da Incerteza e da Dualidade, onde é impossível determinar com precisão a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante; e o dual do elétron. Ora comportasse como matéria, ora como onda. Portanto, dual, partícula-onda.

Ao analisar o questionário sobre Levantamento dos conceitos de átomo, molécula e modelo molecular, destacamos aqui algumas das visões dos acadêmicos sobre os conceitos propostos. Para fins de análise, classificamos os integrantes da pesquisa da seguinte forma. Dos 26 acadêmicos que consentiram em sua participação, 11 realizaram todas as atividades propostas. Sendo esta a nossa amostra no presente estudo, onde os mesmos estão identificados como Acad01, Acad02, Acad03, Acad04, Acad05, Acad06, Acad07, Acad08, Acad09 e Acad11.

Antes de apresentarmos a visão pictórica de molécula e modelo molecular confeccionada pelos acadêmicos do 4º semestre do Curso de Licenciatura em Pedagogia, convém introduzir um questionamento. O mesmo possui o intuito de suscitar ao leitor a importância intrínseca do mínimo de conhecimento sobre a estrutura da matéria para explicar os fenômenos macroscópicos. Essa visão tornasse necessária para compreensão do mecanismo de transferência de energia através do processo conhecido como calor.

Pergunta - De que maneira um professor dos Anos Iniciais poderia ajudar os estudantes a apropriar-se do mecanismo físico de aquecimento de uma colher metálica imersa em uma xícara de café quente?

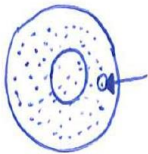
Desta forma, apresentaremos abaixo, a visão expressa pelos acadêmicos acerca de suas visões de molécula e modelo molecular.

Podemos perceber na Figura 1 do Acad01, que o mesmo possui uma visão atômica estruturada com distinções de parte, mas, carece de uma apropriação científica do modelo atômico. A sua concepção de molécula aproxima-se do modelo compartilhado pela comunidade científica, demonstrando certo conhecimento sobre modelo e modelo molecular.

Ao analisarmos a representação do Acad03, Figura 2, podemos perceber um equívoco significativo sobre sua concepção de átomo: (a) na interpretação do enunciado da pergunta; (b) na estrutura apresentada de átomo, carente de apresentação das partes integrantes do átomo; (c) na apresentação de um conjunto para definir um único átomo. Com respeito ao seu modelo de molécula, é importante salientar que o mesmo apresenta (a) uma visão equivocada de molécula, representando uma gota de água com sendo a menor parte do todo e/ou (b) acredita que uma gota é representação de uma molécula de H_2O , onde este acadêmico carece de uma visão microscópica proposta neste trabalho.

Figura 1 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad01
Questionário – Concepções sobre átomo e molécula

1) Represente a sua concepção de átomo na forma de um desenho;



2) Considerando que uma molécula de água é composta de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, represente na forma de um desenho a sua concepção de uma molécula isolada de H_2O ;

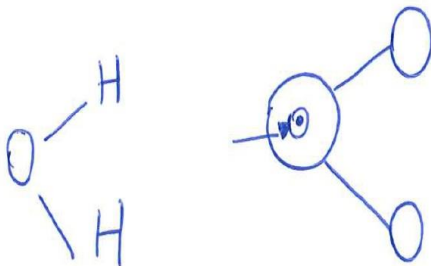
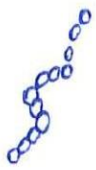



Figura 2 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad03
Questionário – Concepções sobre átomo e molécula

1) Represente a sua concepção de átomo na forma de um desenho;

2) Considerando que uma molécula de água é composta de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, represente na forma de um desenho a sua concepção de uma molécula isolada de H ₂ O;



Ao analisarmos a representações pictóricas do Acad04, Figura 3, podemos perceber que o mesmo possui (a) uma visão de cargas elétricas em seu modelo; (b) não apresenta a distinção entre núcleo-eletrosfera. Quanto ao modelo molecular, apesar de apresentar uma relação espacial aceitável, possui equívocos (a) razão pictórica átomo-átomo, átomo-molécula e (b) na interação entre os átomos e moléculas.

Na Figura 4, Acad05, podemos perceber que (a) não entendeu e interpretou o enunciado da pergunta; (b) não possui uma visão atômica aceita e compartilhada cientificamente e (c) a estrutura apresentada de átomo é carente de apresentação das partes integrantes do átomo. Em relação ao modelo molecular, o mesmo é confuso e incompleto, não permitindo uma compreensão. Assim, este acadêmico ressalta mais uma vez, a necessidade de ser trabalhada uma visão microscópica, a fim de auxiliar na compreensão de fenômenos macroscópicos.

Figura 3 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad04

Questionário – Concepções sobre átomo e molécula

1) Represente a sua concepção de átomo na forma de um desenho;



2) Considerando que uma molécula de água é composta de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, represente na forma de um desenho a sua concepção de uma molécula isolada de H_2O ;

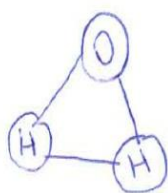




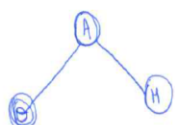
Figura 4 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad05

Questionário – Concepções sobre átomo e molécula

1) Represente a sua concepção de átomo na forma de um desenho;



2) Considerando que uma molécula de água é composta de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, represente na forma de um desenho a sua concepção de uma molécula isolada de H_2O ;



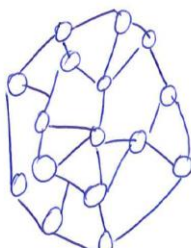
Podemos perceber mais uma na Figura 5 do Acad07 que (a) a visão de átomo é equivocada; (b) o átomo é apresentado como uma rede de elementos unidos e (c) as estruturas apresentadas de átomo é carente de apresentação das partes integrantes do átomo como nos modelos apresentados até o presente momento. Quanto ao modelo molecular, o mesmo apresenta equívocos: (a) de complexidade em relação ao modelo atômico; (b) na interação entre os átomos e moléculas e (c) na identificação dos átomos para fins de interpretação.

Os dados apresentados estão em consonância com a necessidade de ser trabalhada uma visão microscópica, onde a mesma tenha a potencialidade de apresentar aos futuros professores uma visão microscópica que possibilite a sua compreensão e auxilie os mesmos na explicação dos fenômenos do mundo macroscópico aos seus futuros estudantes.

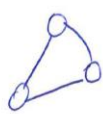
Figura 5 - Visão de Átomo, Molécula e Modelo do Acad07

Questionário – Concepções sobre átomo e molécula

1) Represente a sua concepção de átomo na forma de um desenho;



2) Considerando que uma molécula de água é composta de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, represente na forma de um desenho a sua concepção de uma molécula isolada de H₂O;



5.2 Encontro 2: Construção de modelos moleculares

As atividades desta aula foram separadas em dois momentos. I – Classificação periódica dos elementos, tabela periódica II – Construção de modelos moleculares (esferas rígidas).

No primeiro momento os acadêmicos ouviram a explanação do conteúdo sobre a classificação dos elementos da Tabela Periódica a fim de realizar a atividade de construção de modelos moleculares com esferas rígidas com auxílio de bolinhas de isopor e palitos de churrasquinho.

Para introdução da aula, os acadêmicos foram lembrados das valências dos elementos químicos para uma melhor compreensão de como ocorrem às ligações químicas.

Tabela 1 - Valência dos Elementos Químicos

Família	Quantidade de Elétrons na camada de valência	Valência
1	1	Monovalente
2	2	Bivalente
13	3	Trivalente
14	4	Tetravalente
15	5	Trivalente
16	6	Bivalente
17	7	Monovalente
18	8	Não realiza ligações

Na sequência os acadêmicos foram apresentados a uma História da Tabela Periódica partindo de Hennig Brand com descoberta do elemento fósforo e apresentação de um vídeo da série De Onde Vem?². Optou-se pelo referido vídeo por tratar-se de acadêmicos do Curso de Licenciatura em Pedagogia e o mesmo ser lúdico e de linguagem acessível ao público alvo.

Logo em seguida foram apresentadas as seguintes personalidades da ciência com suas devidas contribuições para a construção da Tabela Periódica atual - Jöns Jacob Berzelius (criador dos símbolos dos elementos químicos), Johann Döbereiner (Leia da Tríade), Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (Parafuso Telúrico), Jhon Alexander Reina Newlands (Leia das Oitavas), Julius Lothar Meier (Relacionou a periodicidade), Dmitri Mendeleiev (Periodi-

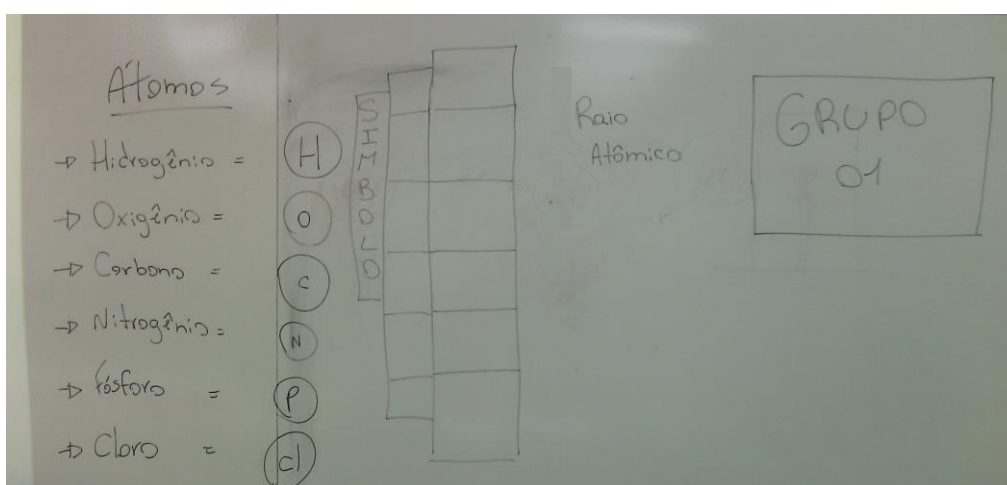
² Protagonizado por uma menina denominada Kika disponibilizado no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=S01TrpEO148>.

cidade em valores crescentes de massas atômicas), Henry Moseley (Ordenou os átomos por número atômico crescente) relação atual e Glenn Theodore Seaborg com a descoberta do Plutônio na década de 50 e a descoberta de todos os elementos transurânicos (do 94 até 102).

Na parte II da aula, os acadêmicos foram separados em seis grupos de três a quatro integrantes para realização da atividade e construção dos modelos moleculares. Cada grupo tinha a sua disposição palitos de churrasco de diferentes tamanhos, quatro (04) bolas de isopor repetidas com seis (06) tamanhos diferentes, assim, cada grupo tinha disponível vinte quatro (24) bolas de isopor, seis (06) caixinhas de tinta guache, seis (06) pincéis, seis (06) potes com água, panos e jornais para forrar as classes.

Em seguida foi solicitado aos acadêmicos as seguintes atividades: 1ª – Colocar em ordem crescente de raio atômico e demonstrar na lousa os átomos Figura 6 (Hidrogênio, Oxigênio, Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Cloro) utilizando da Tabela Periódica onde podemos observar o objetivo da atividade no Quadro 5.

Figura 6 – Mapa da atividade



Fonte: Construção do autor

Quadro 5 - Objetivo de Aprendizagem da 1ª Atividade com Esferas Rígidas

Objetivo da Aprendizagem:

Compreender a noção conceitual sobre átomo no contexto de sua produção, representar diversos elementos químicos (com diferentes átomos) por modelos atômicos com as esferas de isopor (diversos tamanhos, buscando uma equivalência os raios atômicos).

Nesta atividade podemos destacar em primeiro lugar engajamento dos acadêmicos e o interesse em manipular os modelos atômicos na busca de respostas. A atividade apesar de ser

relativamente fácil encontrou algumas dificuldades para ser realizada. Primeiramente houve certa inquietação de como relacionar os raios atômicos com as esferas e compará-las com os átomos solicitados e agrupá-los. Uma das falhas encontradas seria a falta de uma tabela disponível de raios atômicos em alguma unidade medida para favorecer matematicamente as relações, onde somente fez-se uso das relações família-família e família-período, onde o átomo que apresentar maior número de camadas possui maior raio atômico em uma família, e em um período aquele que apresentar o maior número atômico possui menor raio atômico devido à interação forte núcleo eletrosfera.

Dos seis grupos, apenas um apresentou uma sequência com apenas uma inversão de posição no último e penúltimo átomo. Os demais grupos não apresentam nenhuma sequência correta. Surgindo desde início de esferas maiores com hidrogênio até intercalação de átomos com maior raio atômico com esferas grandes e pequenas. A presente atividade demonstra (a) os acadêmicos não compreenderam a sentença da atividade; (b) não adquiriram as relações teóricas para realizar a atividade e/ou (c) não possuem interesse para aprender sobre o assunto.

2ª - construção de diferentes modelos moleculares a sua escolha (Ozônio, Água, Dióxido de Carbono, Metano e Fosfina) em (Apêndice A) onde os mesmos fariam uso dos materiais disponibilizados para confecção dos mesmos.

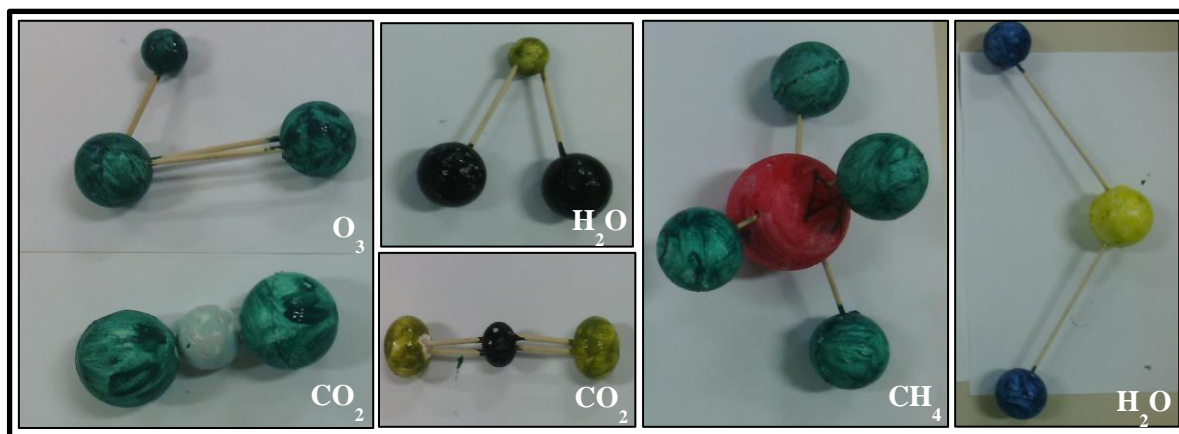
Quadro 6 - Objetivo de Aprendizagem da 2ª Atividade com esferas rígidas

Objetivo da Aprendizagem:

Compreender a noção conceitual sobre molécula no contexto histórico de sua produção, representando diversas combinações de elementos químicos como uso de modelos concretos (bolinhas de isopor e palitos) em situações diversas; Aplicar as noções de átomo de átomo e molécula em diversas situações propostas na cartela, realizar a construção de sistema atômicos e/ou molecular propostos nas cartelas com diferentes esferas de isopor e palitos.

A presente atividade Figura 8 despertou nos acadêmicos um sentimento de alegria e descontração. A mesma deu-se possivelmente em virtude do movimento de troca de materiais (pincel, tinta guache) e discussão no grupo de como possivelmente seria montada os modelos de moléculas sugeridas.

Figura 7 - Modelos moleculares confeccionados pelos acadêmicos



Fonte: Construção do autor

Visualmente podemos perceber que as estruturas possuem certa coerência com os modelos já estabelecidos pela ciência com alguns equívocos estruturais e de interação atômica. Durante o trabalho não foi tolhido o uso da pesquisa eletrônica, mas também não foi observado. A presente observação dá-se em função do avanço em relação as atividades pictóricas proposta na primeira atividade seção 5.1.1.

5.3 Encontro 3: Introdução ao estudo da evolução do conceito de calor e temperatura

A terceira aula tem por finalidade a introdução ao estudo da evolução do conceito de Calor e Temperatura ao longo da história e dar início a construção de uma Linha do Tempo pelos acadêmicos. A dinâmica deu-se da seguinte forma.

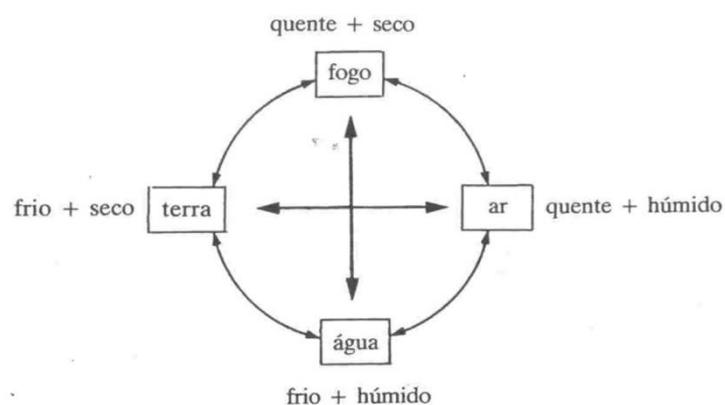
I – Foi apresentado aos acadêmicos um histórico da evolução do conceito de Calor e Temperatura a partir da Pré-História até a Idade Média através de uma aula expositiva com uso do recurso de multimídia.

Nesta perspectiva começamos pela descoberta do Fogo no Paleolítico a cerca de 2 milhões a.C., passando pelos Sumérios na Idade do Bronze 3000 a.C. conhecidos por sua grande capacidade de fundir os metais. Por volta de 3.500 a.C. são conhecidas das civilizações Sul-Americanas no Período pré-colombiano, onde as mesmas já dominavam as técnicas de manuseio e confecção da cerâmica e trabalhar e soldando o ouro e martelado na produção de ornamentos e pontas de lanças de cobre. Um milênio e meio depois, destacamos os pilares de ferro fundido pelos povos hindus que até hoje são famosos e se encontram na cidade de Deli na

Índia, com mais de sete metros de altura, diâmetro de 40 cm e mais de 6 toneladas, sendo considerado um feito ao seu tempo.

Destacamos a teoria dos quatro elementos e os atomistas gregos por volta de 2.500 a.C. Apesar de muito pouca contribuição, os mesmos buscam incessantemente explicações teóricas verificando que a transformação era um fenômeno universal. Assim Aristóteles propõe a transformação dos elementos conforme Figura 8 (Vidal, p.16, 1986).

Figura 8 - Proposta de Aristóteles para transformação dos elementos



Transformação dos elementos segundo Aristóteles. O processo pode ser cíclico (muda uma só qualidade), ou em cruz (mudam as duas qualidades)

Fonte: Vidal, p.16, 1986.

Para Aristóteles, há quatro qualidades da natureza: o calor, a úmida, o frio, e a seco. Cada elemento (ou matéria prima) é caracterizado por duas qualidades. Assim o fogo, por exemplo, seria quente e seco, a terra fria e úmida e assim por diante. Ele propôs que todos os materiais eram compostos por esses quatro elementos em proporções variadas. A conversão de um elemento em outro se daria pela substituição de uma qualidade por sua oposta, assim poderíamos transformar uma substância em outra.

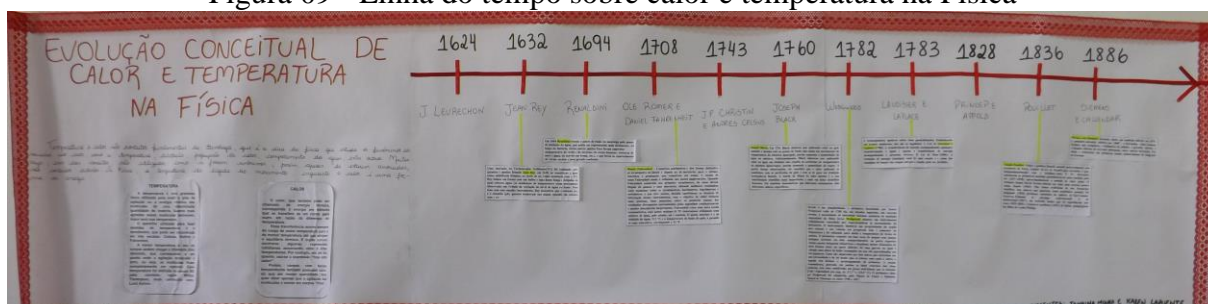
II – Em continuidade foi proposta aos acadêmicos uma construção de uma Linha do tempo coletiva da Evolução do conceito de Calor e Temperatura a partir do período da História Moderna, com ênfase nas áreas das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), com registro das atividades em um Portfólio.

Esta atividade teve início na presente aula, perdurando na semana seguinte com pesquisas e confecção do portfólio. A dinâmica foi compactuada com a turma em virtude dos compromissos profissionais da grande maioria dos acadêmicos e por se tratar de um curso noturno

onde os acadêmicos trabalham durante o dia e não possuem um espaço para as atividades acadêmicas. Ficando assim, reservado o espaço da aula para realizar as atividades propostas.

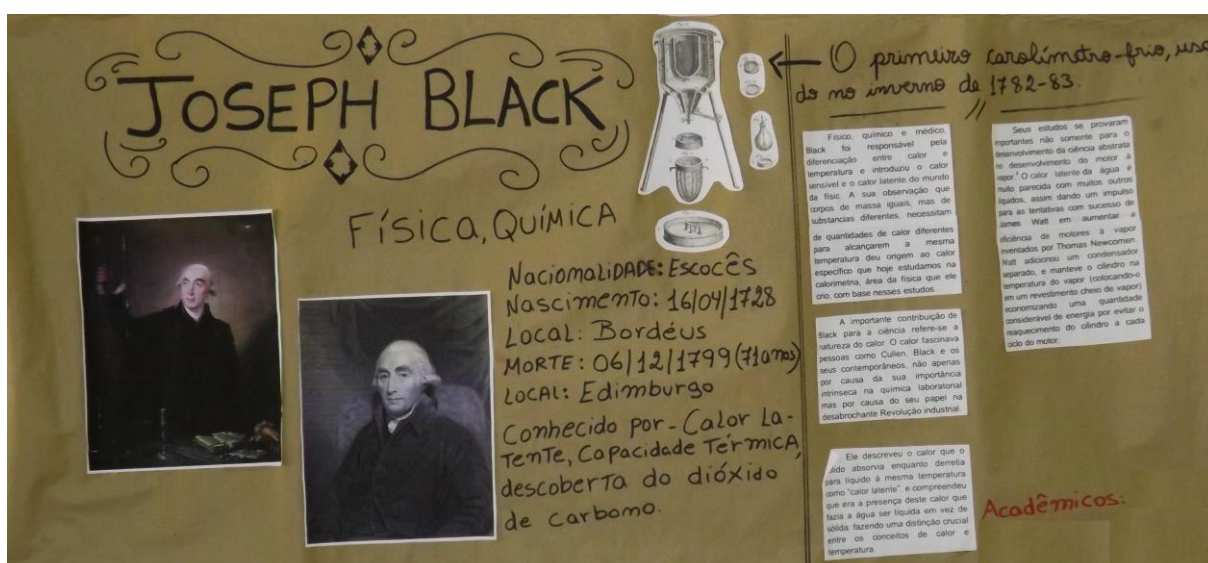
Em análise, podemos destacar que no início da aula os acadêmicos encontravam-se atentos e compenetrados na sequência e evolução dos conceitos. Conforme o passar da aula, verificou-se uma certa inquietação com entradas e saídas da sala constantes e conversas em grupos, demonstrando certa falta de interesse. No segundo momento da aula os acadêmicos apoiaram a proposta de confecção da linha do tempo relatando poderem dar mais ênfase na área escolhida. A escolha das áreas das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), deu-se por sorteio dos grupos para não beneficiar algum grupo, deixando em aberto a possibilidade de troca entre os grupos. Situação que não aconteceu. Cada grupo aceitou e demonstrou interesse pela área sorteada começando de imediato a organização da coleta de informações com auxílio da internet e livros na biblioteca do campus. Podemos visualizar na Figura 09, 10 e 11 um trabalho de cada área e o comprometimento das informações coletadas e adequação a proposta.

Figura 09 - Linha do tempo sobre calor e temperatura na Física



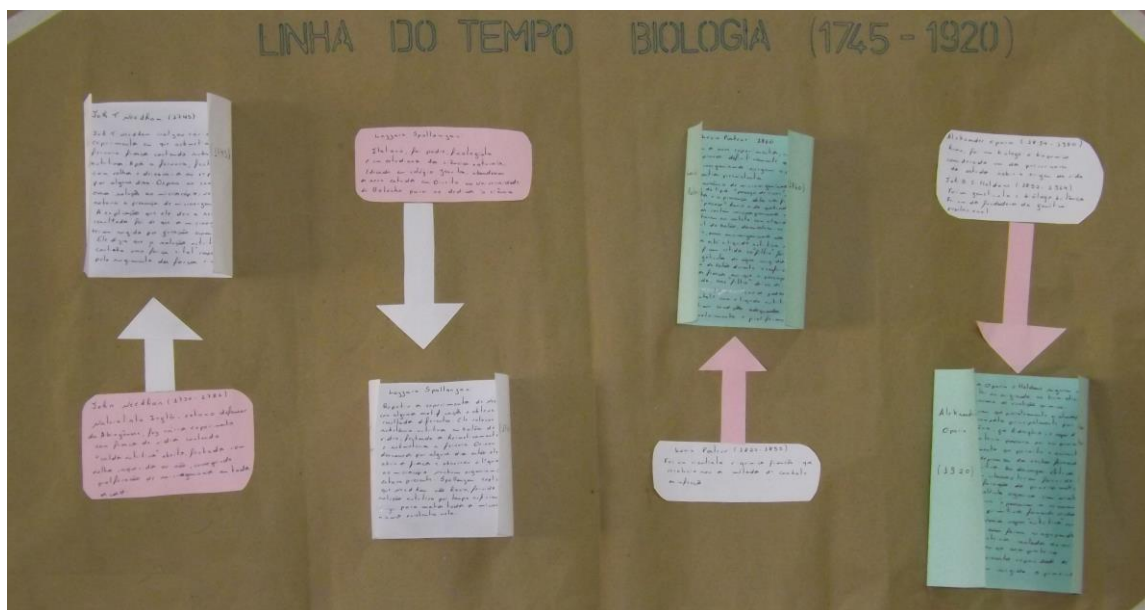
Fonte: Construção do autor

Figura 10 - Linha do tempo sobre calor e temperatura na Química



Fonte: Construção do autor

Figura 11 - Linha do tempo sobre calor e temperatura na Biologia



Fonte: Construção do autor

Ao analisarmos os portfólios observamos as seguintes constatações: (a) os grupos que realizaram o trabalho na área da Física tiveram um maior acesso às informações e conseguiram relacionar os conceitos de calor e temperatura em uma ordem cronológica mais extensa com avanços e retrocessos; (b) percebe-se que os conceitos de calor e temperatura foram explicitados de forma clara e coerente observando seus idealizadores; (c) não podemos afirmar a internalização dos conceitos abordados por tratar-se de um processo individual construído coletivamente.

Os trabalhos que versaram na área da Química detiveram-se no estudo de Joseph Black e Antoine Lavoisier. Primeiro com a descoberta do dióxido de carbono (CO_2), em 1761 Black observou que o gelo absorve calor sem mudar de temperatura enquanto funde, dando origem à teoria do calor latente e em segundo Lavoisier na determinação da água como uma substância composta, apesar de Henry Cavendish em 1782 descobrir a composição da água (1782), sintetizando-a a partir da queima de hidrogênio na presença de oxigênio, retirando assim a água da lista de elementos.

Na área da Biologia, os acadêmicos encontraram muita dificuldade para relacionar os conceitos de calor e temperatura à área. Ficando os trabalhos mais restritos à descrição de experimentos onde caldos de culturas eram fervidos na busca de descobrir uma teoria sobre a origem da vida. Tais trabalhos apresentam uma contribuição muito importante do ponto de vista

da História da Ciências, demonstrando que o conhecimento científico é um processo humano progressivo e contínuo, não sendo possível ratificar um resultado como válido e inquestionável.

5.4 Encontro 5: A busca de uma visão microscópica

O presente encontro teve como foco os conceitos de calor e temperatura com o uso dos simuladores computacionais. Para introduzir noções básicas sobre energia cinética e energia potencial. Foram utilizados os simuladores computacionais - “*Phase Lab*” e “*Heat transfer II*”. Ambos são integrantes do Projeto *Molecular Workbench*, com especificação de diferentes parâmetros iniciais.

O objetivo inicial foi introduzir uma visão microscópica de temperatura e calor, de acordo como Quadro 7, que segue a seguir.

Quadro 7 - Objetivo do uso da simulação computacional

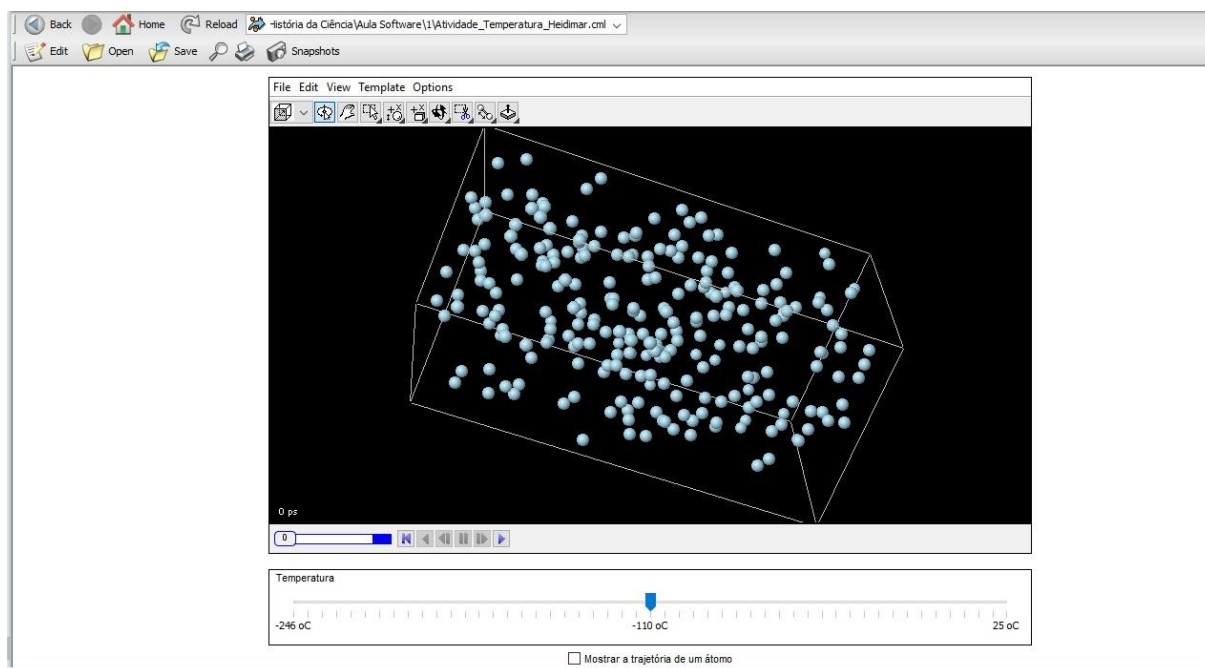
1.	demonstração e posterior tarefas no simulador (“ <i>Phase Lab</i> ” do Projeto <i>Molecular Workbench</i> , com especificação de diferentes parâmetros iniciais) para os estados da matéria gás, líquido e sólido: temperatura como uma medida da energia cinética média associada aos movimentos aleatórios de átomos/moléculas de uma amostra, e;
2.	demonstração e posterior tarefas no simulador (“ <i>Heat transfer II</i> ” do <i>Molecular Workbench</i> calor, com especificação de diferentes parâmetros iniciais) com uma visão microscópica sobre a transferência de energia entre duas amostras em temperaturas distintas.

A atividade iniciou com uma demonstração inicial de como funcionava cada um dos simuladores computacionais, bem como as funções básicas. Na sequência, os acadêmicos tiveram a oportunidade de explorar um pouco as funções antes de dar início aos protocolos de atividades, onde podemos destacar o Acad09 com uma habilidade diferenciada dos demais em fazer uso das funções e opções do simulador, gerando gráficos e construindo modelos antes do início das tarefas.

No primeiro simulador computacional “*Phase Lab*” conforme Figura 12, os acadêmicos tiveram a oportunidade de deparar-se com o comportamento dos átomos e moléculas em diferentes temperaturas associados à energia cinética média, sendo essa relacionada com a velocidade média com que os átomos se deslocam em um movimento ao acaso incessante.

O protocolo de atividade que se encontra no Apêndice B, é composto de cinco (05) questões abertas de interpretação do simulador onde os acadêmicos registravam os passos à medida que avançam nas atividades.

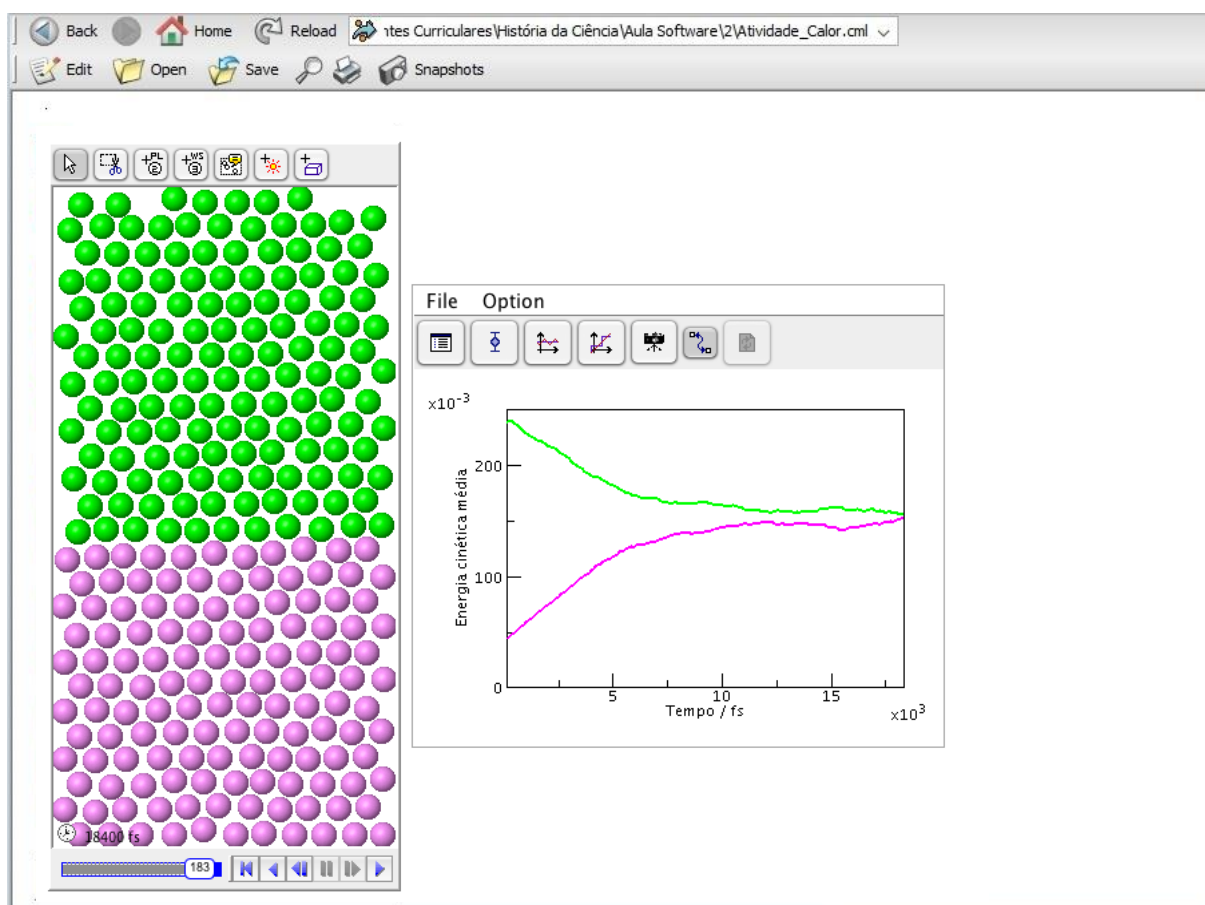
Figura 12 - Simulador Computacional - *Phase Lab*



Fonte: Construção do autor

O segundo simulador computacional utilizado foi o *Heat Transfer II*, conforme Figura 13. Este por sua vez, oportunizou uma visão microscópica do processo de transferência de energia, onde foi possível observar o grau de agitação das moléculas e a transferência de energia de uma amostra com diferentes temperaturas. O simulador possui um gráfico de Energia Cinética Média em função do tempo que favorece a compreensão do processo.

Figura 13 - Simulador Computacional - *Heat Transfer II*



Fonte: Construção do autor

O protocolo de atividade que se encontra no Apêndice C, é composto de oito (08) questões abertas de interpretação do simulador onde os acadêmicos registravam os passos à medida que iriam avançando nas atividades.

Para fins de análise, a atividade do primeiro simulador *Phase Lab* objetivava nos acadêmicos uma visão microscópica da temperatura de um gás. Na primeira questão é solicitado aos acadêmicos que após iniciar a simulação e aguardar alguns instantes, o mesmo descreva com suas palavras o movimento dos átomos de neônio dentro do recipiente. A resposta esperada é que a amostra é composta de átomos de neônio e possuem movimento aleatório.

Todos os acadêmicos responderam satisfatoriamente a questão demonstrando entender a sentença solicitada como podemos perceber nas respostas de dois acadêmicos abaixo:

Acad01 – “Os átomos estão agitados deslocando-se de maneira aleatória, chocando-se contra as extremidades do copo”.

Acad08 – “Eles se movimentam bastante, de um lado para outro e até se chocam”.

A questão número 02, o acadêmico é instruído a identificar e acompanhar um átomo da amostra e descrever o comportamento deste átomo. A resposta esperada é que seja observada a trajetória aleatória e a mudança de direção e velocidade o átomo em questão devido aos choques nas paredes do recipiente e em outros átomos.

Podemos citar que foi percebida a trajetória aleatória por todos os acadêmicos, sendo que apenas 40% cita uma mudança de direção e 30% fazem menção a velocidade dos átomos conforme podemos perceber na transcrição abaixo:

Acad09 – “o átomo passa a se movimentar, transitando por todas as direções indo e voltando”.

Acad11 – “O átomo no início do processo se comporta de uma forma lenta mas devido a velocidade dos átomos de gás Ne, ele começou a aumentar sua trajetória tentando desviar dos demais”

Podemos observar que apesar do Acad11 perceber a existência da velocidade, o mesmo tem a interpretação que a mesma dá-se em função da velocidade dos outros átomos de neônio e o mesmo aumenta a velocidade para desviar de outros átomos, não levando em consideração a transferência de energia cinética média envolvida e a relação espacial existente no recipiente.

Na questão número 03 os acadêmicos são instruídos a alterar a temperatura da amostra usando um controle interativo e observar o comportamento dos átomos. A resposta esperada é que seja percebido o aumento e a redução da velocidade média dos átomos, quando a temperatura é elevada e reduzida, respectivamente.

Todos acadêmicos chegaram a conclusão que com o aumento da temperatura haverá uma elevação da velocidade médias dos átomos e com o rebaixamento da mesma, uma redução da velocidade média dos átomos conforme transcrição abaixo:

Acad02 - “a) como o aumento da temperatura eles se separam e movimentam-se rápido. b) com a temperatura baixa eles se aglomeram, unem-se, e se movimentam mais devagar”.

Acad07 – “a) Se espalham e ficam com um movimento maior. b) Se agrupam e ficam mais concentrados e diminuem sua movimentação ”.

Na questão de número 04, é solicitado o ajuste da temperatura para 25°C e em seguida reduzem para -246°C e descrever como a amostra comporta-se durante a simulação do gás identificado o processo físico envolvido. A resposta esperada é que os átomos reduzem sua velocidade média, aproximando-se e eventualmente sofrem agregação, havendo transição de uma fase (liquefação seguida de uma solidificação).

Ao analisar as respostas percebemos que 80% dos acadêmicos perceberam a relação existente entre a velocidade média dos átomos e o seu processo físico, sendo que apenas 60% mencionaram o processo físico envolvido.

Acad01- “Quando a temperatura diminui os átomos de gás perdem energia cinética e tendem a unir-se tornando o corpo sólido. Quando o oposto acontece os átomos trocam energia cinética e movimentam-se mais rápido as moléculas passam ao estado gasoso”.

Acad05 – “a 25°C os átomos movimentam-se rapidamente. b – já a temperatura é diminuída os átomos começam a se movimentar lentamente”.

Na quinta e última questão o acadêmico é desafiado a identificar a temperatura como uma medida do grau de movimento dos átomos da amostra do gás neônio, onde os mesmos deveriam dizer que com o aumento da velocidade média dos átomos há um aumento da temperatura da amostra.

Percebemos que 80% dos acadêmicos perceberam a agitação dos átomos nas amostra e inferiram ao aumento da temperatura. Onde infelizmente não foi possível visualizar em resposta alguma que o que proporciona a elevação da temperatura é o aumento da velocidade média e não o contrario conforme transcrições abaixo:

Acad03 – “Podemos observar que quando maios a temperatura mais agitadas os átomos e mais movimento, mais distantes eles ficam, quando a temperatura diminui estas se unem e ficam menos agitadas e mais próximas”.

Acad06 – “O que podemos observar é que quanto maior a temperatura do recipiente o gás movimentava-se mais rápido e quando cai a temperatura ele fica mais lento chegando algumas partes atingirem o estado sólido”.

O segundo simulador utilizado, *Heat transfer II*, buscava evidenciar a visão dos acadêmicos quanto ao processo de transferência de energia conhecido como calor. Onde o que se quer responder com o auxílio deste simulador é – *o que acontece, á nível atômico, quando uma amostra de substância de temperatura mais alta é colocada em contato com outra amostra de substância de temperatura mais baixa?* Na primeira questão é solicitado que pós iniciar a simulação, os mesmos deveriam observar o comportamento do conjunto de átomos verdes e o conjunto de átomos violetas e descrever com suas palavras o que acontece. A resposta esperada é que seja percebido que existe uma transferência de vibração do sólido de maior temperatura para o de menor temperatura, e que ao passar do tempo, os mesmos tendem em ficar em equilíbrio.

Percebemos que 30% dos acadêmicos fazem referência à existência de algum tipo de transferência de energia, sendo que a maioria apenas relata a existência de movimento em função da vibração dos átomos. Ao todo, apenas 10% apontam a tendência do equilíbrio térmico conforme transcrição abaixo:

Acad04 – “Os átomos verdes passam energia para os violetas, constantemente, diminuem a agitação e os violetas aumentam”.

Acad01 – “Os átomos começam a querer igualar-se conforme o movimento”.

A presente constatação permite sugerir que apesar da percepção da existência do movimento vibratório, 70% não associaram e/ou não relataram a possibilidade destes transferirem energia, onde a minoria cogitou a possibilidade de um equilíbrio térmico entre os átomos verdes e violetas.

Na questão número 02, eles são instigados a identificar qual o sólido está em temperatura maior. A resposta esperada é que devido a maior vibração dos átomos verdes, o mesmo esteja com a temperatura mais elevada, enquanto que os violetas com vibração menor estejam com a menor temperatura.

Ao analisar as respostas, percebemos que 70% deles responderam com a base na leitura do gráfico. Em virtude dos valores iniciais de energia cinéticas médias iniciais presentes no eixos de cada gráfico da amostra, conforme Figura 13, não fazendo referência ao experimento virtual e sim ao resultado gerado graficamente. Onde apenas, 30% associaram a maior vibração dos átomos verdes ao sua maior temperatura. Vejamos as respostas:

Acad07 – “o gráfico da energia cinética média”

Acad11 – “se movimentam com mais frequência que as violetas” fazendo referência a pergunta, onde são questionados o que na simulação indica que os átomos verde estariam com maior temperatura.

Na questão número 03, os acadêmicos foram questionados sobre qual seriam as grandezas apresentadas no gráfico, tendo como resposta esperada a energia cinética em função do tempo. Como podemos perceber na questão anterior, a grande maioria fez uso da leitura gráfica, justificando a maior temperatura dos átomos verdes e função e de sua maior energia cinética média iniciais. Com o presente questionamento obteve-se 100% de respostas esperadas conforme transcrição abaixo:

Acad03 – “As duas grandezas indicadas no gráfico são energia cinética média e tempo/fs”.

Acad08 – “Energia cinética e tempo”

Na questão número 04, os acadêmicos são instruídos a observar os instantes iniciais do gráfico para identificar o que aponta que os átomos verdes estariam com maior temperatura que os átomos violetas. A resposta esperada, é que devido energia cinética média dos átomos verdes serem maior, indicaria sua maior temperatura.

Conforme podemos observar na questão 02, novamente 70% dos acadêmicos observaram que em virtude dos átomos verdes partirem com uma energia cinética média maior, os mesmos estariam com maior temperatura. Vejamos transcrição abaixo:

Acad07 – “A energia cinética apontada no gráfico”.

Acad08 – “A maior movimentação dos átomos verdes, e de acordo com o gráfico a energia cinética está maior”.

Na questão número 05, os acadêmicos são instruídos a deixar rodar o a simulação e observar por um tempo maior (5 min.) e logo após descrever o que acontece no gráfico. A resposta esperada é que seja percebido que com o passar do tempo haverá um equilíbrio dos átomos verde e violetas. Podemos perceber que a 80% registra perceber o comportamento esperado para resposta, Vejamos transcrição abaixo:

Acad01 – “começam a querer igualar-se”.

Acad06 - “A energia dos dois encontram-se ficando praticamente na mesma temperatura”.

Na questão número 06, os acadêmicos são desafiados a explicar o porquê do comportamento observado na simulação. A resposta esperada que com o transcorrer do tempo em virtude da diferença de energia cinética as duas amostras tendem a um equilíbrio térmico.

Percebe-se que 80% dos acadêmicos chegaram à resposta esperada, e apenas 20% não compreendeu, e/ou não visualizou. Indicado que o simulador propiciou um modelo visual de transferência de energia representado graficamente que tende ao equilíbrio com o passar do tempo. Vejamos transcrição abaixo:

Acad04 – “Ocorre o equilíbrio térmico”.

Acad07 – “como o verde esta com a mais alta e o outro com a menor com o passar do tempo ocorre uma troca onde os dois acabam por se igualar”.

Apesar de percebermos alguns respostas incompletas e alguns equívocos, é possível perceber que o raciocínio lógico matemático esta presente na observação do declínio dos átomos verdes e ascensão dos átomos violetas que culminaram na tendência do equilíbrio térmico dos átomos das amostras.

A sétima e última questão os acadêmicos são desafiados a identificar o conceito de calor com base nos resultados da simulação. A resposta esperada é que o calor é um processo de transferência de energia entre duas amostras envolvendo movimento aleatório de seus constituintes, onde foi possível observar que 100% dos acadêmicos responderam de forma satisfatória relacionando o calor a agitação dos átomos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos a análise quantitativa dos testes (teste de conhecimento de concepção de ciências, modelo e modelagem científica e teste de motivação) bem como as discussões relacionadas a cada resultado nas seções 6.1, 6.2 e 6.3.

6.1 Desempenho dos participantes no teste de conhecimentos

O desempenho dos acadêmicos no teste de conhecimentos aplicado após as atividades realizadas neste trabalho foi analisado utilizando estatística descritiva. O desempenho está apresentado na Tabela 02 no item 6.1.1 desta seção e demonstra os escores obtidos de cada um dos participantes.

6.1.1 Análise de itens do teste

Na análise dos itens do teste de conhecimentos presente na seção 4.2.3 quadro 04 foram avaliados estatisticamente questão-quêstão; questão-participante, participante-participante que apresentaram uma visão da concepção *não racionalista* (NRA) *racionalista* (RA) conforme transcrição abaixo.

Questão 01 – a presente questão obteve 40% de assertivas corretas, onde concepção NRA fez-se presente frente com 60% das assertivas. Assim a mesma fazendo rol das ideias de calor como algo “quente” (MORTIMER, 2001).

Questão 02 – 70% optaram em assertivas com uma concepção NRA para admitir a existência de calor confirmando a relação existente na questão 01.

Questão 03 – apresentou 40% de assertivas com uma concepção RA, corroborando com a visão NRA dos participantes com 60% da associação da existência de calor como algo que confere uma qualidade, onde esta permeou fortemente até meados do século XIX entre os cientistas e ainda observada em contextos didáticos (MORTIMER, 2001).

Questão 04 – na presente questão, ainda podemos perceber com 70% das respostas expressas em uma concepção (NRA) onde Silva (1995 in Mortimer, 2001) relatam a não associação do calor com a energia cinética e sim, com uma substância ou espécie de fluido.

Questão 05 – a questão 05 apresentou 50% de participantes com uma visão (NRA) e 50% (RA), com o calor ainda como uma (substância) que pode ser deslocada de um corpo a outro, contrapondo o pensamento das relações entre a diferença de temperatura e calor específico (MORTIMER, 2001).

Questão 06 – a presente questão confirma a concepção NRA com 90% apresentada na questão 05 contra 10% RA.

Questão 07 – Em contraponto, a questão 07 apresentou 80% de visão RA. Os dados da literatura sugere que embora criticamos a forma de pensar e falar NRA, [...] os estudantes não necessariamente irão abandonar, pois em vários contextos cotidianos essas formas permitem a comunicação e dão conta de explicar (MORTIMER, 2001).

Questão 08 – na questão 08, os participantes apresentaram 80% de visão NRA, onde segundo Mortimer e Amaral (1998), para os alunos, existem dois tipos de “calor”, o calor quente e o calor frio e o calor é considerado como sendo diretamente proporcional à temperatura.

Questão 09 – As questões 09 e 10 apresentaram uma concepção NRA respectivamente de 10% frente a 90% da visão RA do entendimento do conceito de calor e temperatura, que nestas questões envolve energia cinética, confirmando a tese de Silva (1995 in Mortimer 2001) onde existe ausência da associação dos estudantes do calor com a energia cinética e sim com uma substância ou uma espécie de fluido.

Sendo assim, os dados coletados apontam que para este grupo, com este conjunto de questões, os mesmos possuem uma concepção NRA sobre os conceitos questionados. Quando analisados participante por participante, os mesmos apresentam a seguinte visão na Tabela 02.

Tabela 2- Visão dos participantes por questão

Participante	Percentual	Concepção
Acad01	50%	NRA - RA
Acad02	50%	NRA - RA
Acad03	40%	NRA
Acad04	40%	NRA
Acad05	20%	NRA
Acad06	40%	NRA
Acad07	40%	NRA
Acad08	40%	NRA
Acad09	30%	NRA
Acad11	20%	NRA

Podemos perceber que majoritariamente a concepção NRA esta presente para explicar as situações apresentadas para este grupo em particular, com dois participantes (A01 e A02) com 50% de possibilidade de estruturações das ideias sobre os conceitos apresentados de calor e temperatura.

6.2 Desempenho dos participantes no teste - Concepção de ciência, modelo e modelagem científica

O desempenho dos participantes no teste concepção de ciência, modelo e modelagem científica (Protocolo 03 da PRODUÇÃO EDUCACIONAL) aplicado antes e depois das atividades realizadas neste trabalho foi analisado utilizando análise estatística. O desempenho está apresentado nos Histogramas item 6.2.1 desta seção.

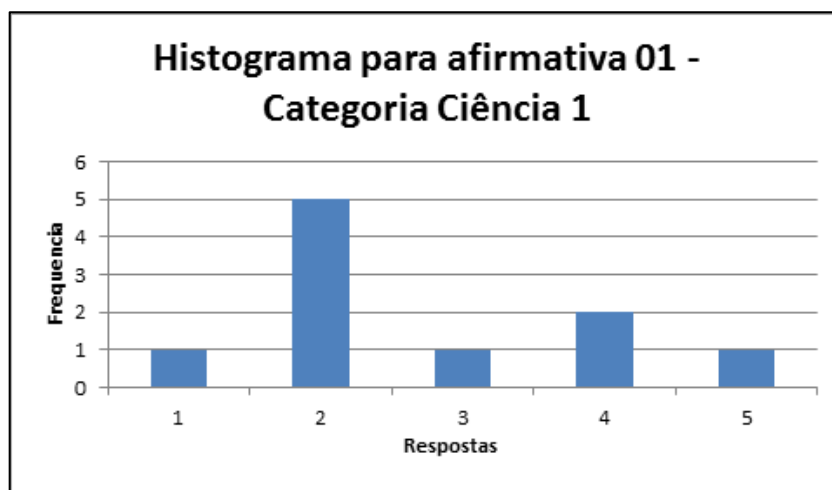
6.2.1 Análise de itens do teste

Para representar os escores obtidos pelos participantes no teste de concepção de ciência, modelo e modelagem científica, composto de 23 questões e visto na secção 4.3.1, foram confeccionados histogramas para apresentar a frequência das respostas por alternativa escolhida. Estas são (Concordo totalmente, Concordo, Indeciso, Discordo e Discordo totalmente) com escala de 1 á 5, onde quanto mais próximo de 5, maior a concordância e por tanto, indica uma concepção de ciências em conflito com a epistemologia empírica-indutivista, enquanto que uma pontuação média inferior a 3, indica uma discordância com o conteúdo explicitado no item, indicando maior discordância (BRANDÃO et al. 2011).

Nas afirmativas 01, 03, 04, 07, 08, 09, 10 e 12 as questões versão sobre a categoria Ciência 1, - A Ciência não é rígida pelas concepções empiristas-indutivistas.

Em análise a Figura 14, podemos perceber que os participantes possuem uma visão ingênua da concepção das teorias científicas, onde a maioria dos participantes concorda que as teorias científicas representam e descreve a natureza como ela se apresenta, ou não opinou.

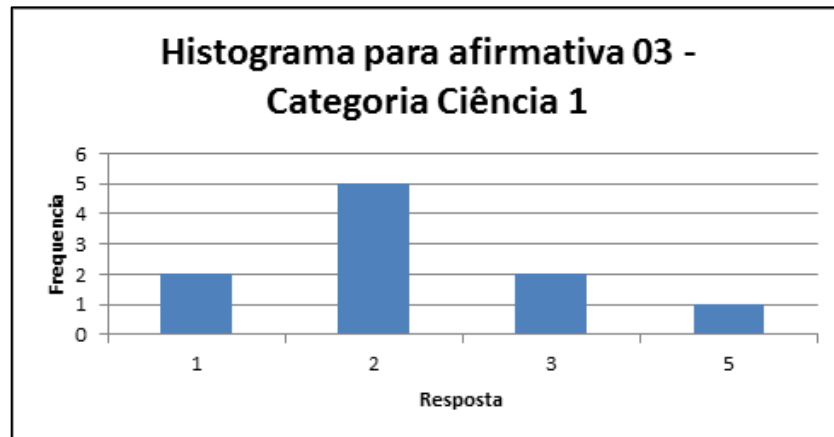
Figura 14 - Histograma para afirmativa 01 - Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

Na afirmativa 03, na Figura 15, é possível visualizar que os participantes acreditam que o progresso da ciências devesse a descobertas de teorias científicas mais completas e verdadeiras, levando em consideração a afirmativa 01, onde as teorias científicas descrevem e representam a natureza com ela se apresenta podemos perceber uma concepção indutivistas pela maioria dos participantes.

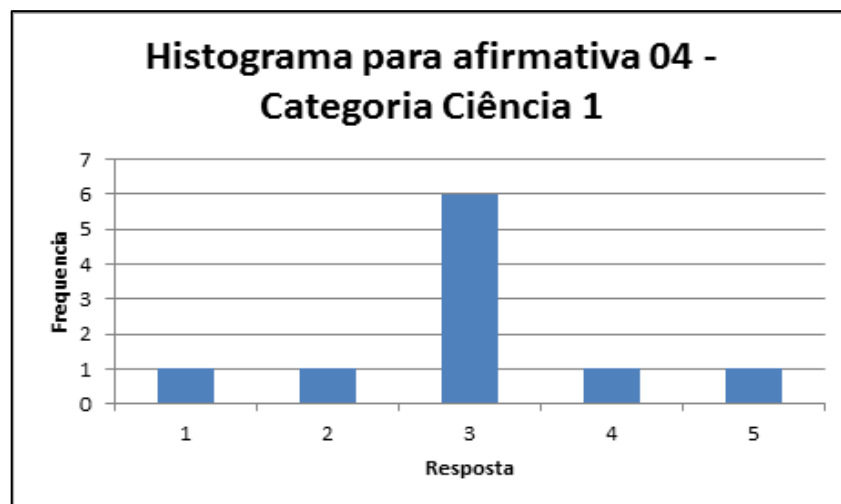
Figura 15 - Histograma para afirmativa 03 da Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

Na afirmativa 04, os participantes encontram-se indecisos em sua maioria Figura 16 quanto à universalidade das leis científicas, embora acreditem que as teorias representam a natureza tal como ela é conforme Figura 14. A hipótese não responde a questão, mas indica (a) desconhecimento do significado de lei e teoria científica e/ou (b) dúvida quanto à potencialidade das leis científicas no contexto abordado.

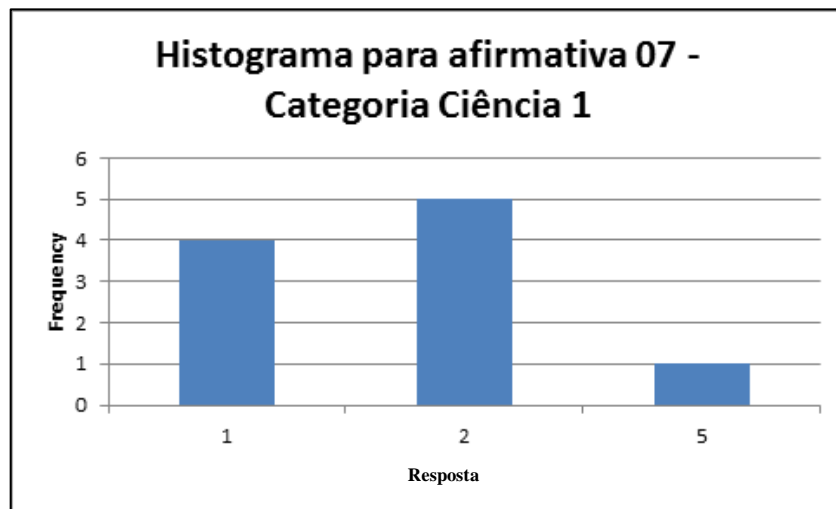
Figura 16- Histograma para afirmativa 04 da Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

Na afirmativa 07 podemos visualizar Figura 17, que os participantes em sua grande maioria concordam e concordam totalmente que a objetividade e efetividade do trabalho científico dão-se unicamente ao cumprimento pelas etapas estabelecidas pelo método científico.

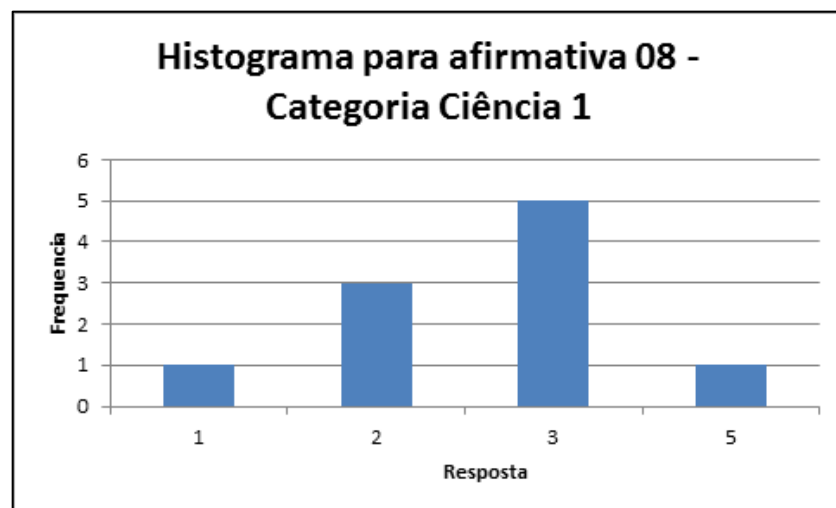
Figura 17 - Histograma para afirmativa 07 da Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

A afirmativa 08, Figura 18 é possível perceber que (a) a visão de ciências dos participantes ainda esta alicerçada no senso comum ao acreditar que o modelo empirista é capaz de ser uma fonte indubitável do conhecimento científico e/ou (b) omitem-se por falta de base teórica para afirmar.

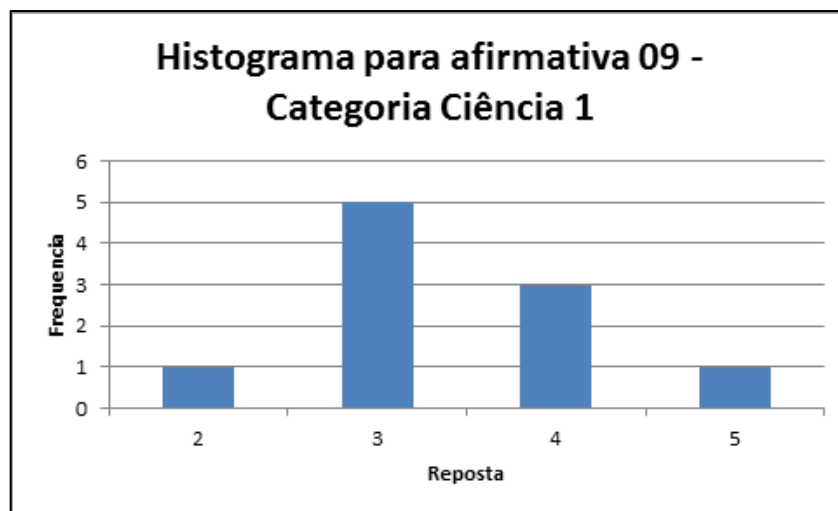
Figura 18 - Histograma para afirmativa 08 da Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

Podemos perceber na Figura 19 que apenas uma parcela de 40% dos participantes não possui uma visão em desacordo com a Categoria de Ciências 1, tendo estes uma visão mais aproximada daquela compartilhada pela comunidade científica vigente, com 50% de indecisos e 10% corroborando com as afirmativas 04 e 07 das Tabelas 05 e 06 quanto a visão empirista-indutivistas de ler o mundo.

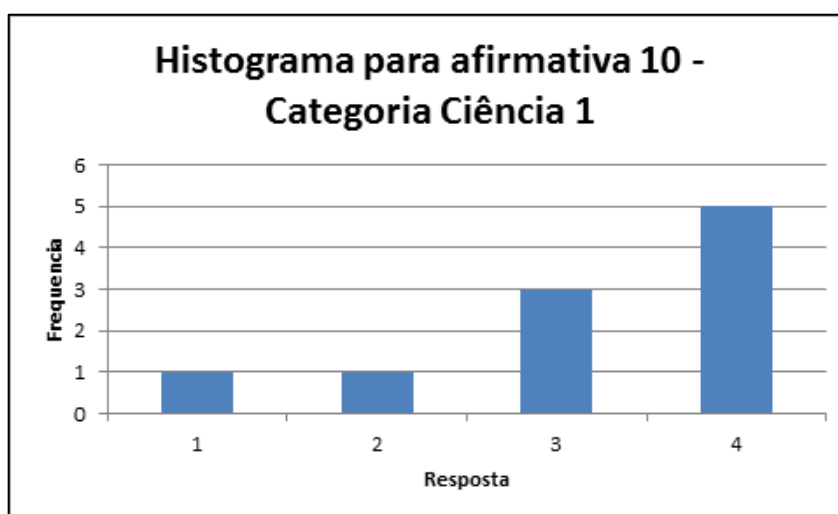
Figura 19 - Histograma para afirmativa 09 da Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

Na afirmativa 10, Figura 20 podemos perceber que há uma discordância das respostas apresentadas até o presente momento. Os participantes utilizam a concepção compartilhada pela comunidade científica de construção e validação conhecimento científico, onde Mortimer (2001, p.11) descreve a existência de zonas³ de perfis conceituais em que não necessariamente há o abandono de uma ou de outra concepção e sim a identificação do contexto a ser aplicada. Assim permitindo elucidar os resultados de forma inteligível.

Figura 20 - Histograma para afirmativa 10 da Categoria Ciência 1

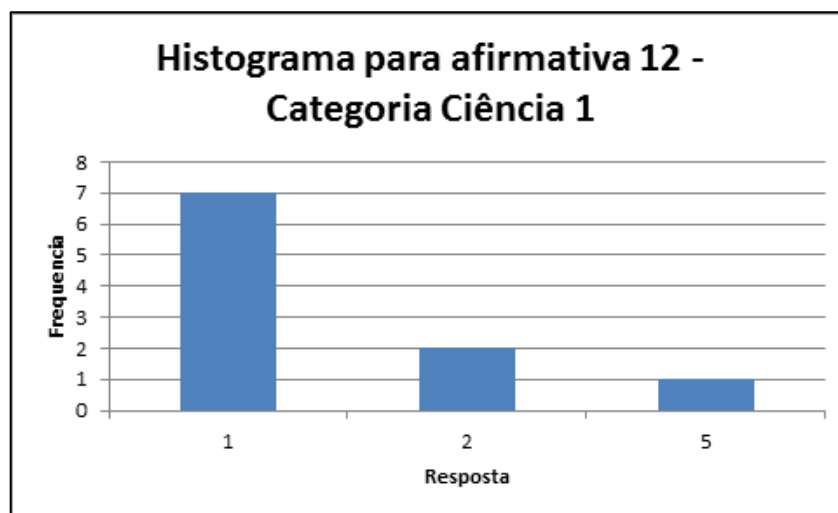


Fonte: Construção do autor

³ Lugar que corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a realidade, que convive, com outras formas diferentes num mesmo indivíduo.

A afirmativa 12, última da categoria Ciência 1, Figura 21, reforça a concepção empirista do participantes ao atribuírem a experimentação como julgamento final para comprovação de hipótese e teorias científicas.

Figura 21 - Histograma para afirmativa 12 da Categoria Ciência 1



Fonte: Construção do autor

Em sequência as afirmativas 02, 05, 06, 11 e 13 são integrantes do modelo de categoria Ciência 02, visto seção 5.3.1, no quadro 03, inferindo que o conhecimento científico é construído, falível e corrigível; a experimentação é insuficiente como critério de validação e depende dos pressupostos teóricos (BRANDÃO et al., 2011).

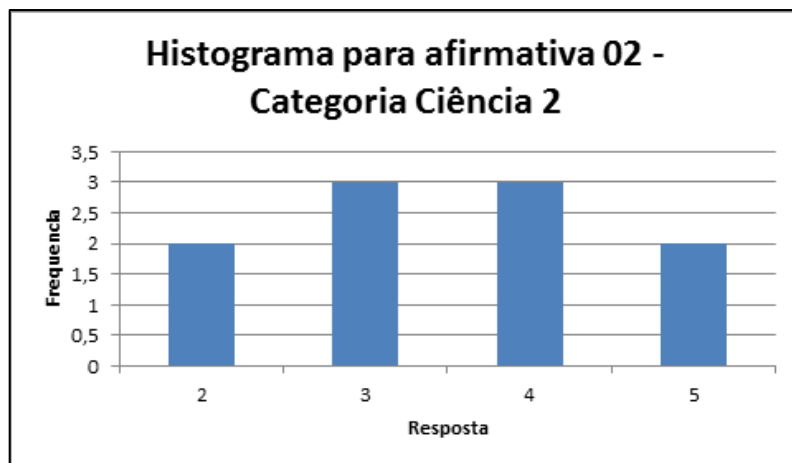
A afirmativa 2, Figura 22, aponta 50% dos participantes cientes da possibilidade da existência de uma teoria científica ser dada como incorreta, onde indicaria um afastamento da concepção empirista-indutivista. Este distanciamento pode ser observado na Figura 23, afirmativa 05 com 60% dos participantes concordando com a incorporação dos pressupostos teóricos nos resultados observacionais e/ou experimentais frente a 30% de indecisos e 10% afirmam a possibilidade de uma concepção empirista-indutivista.

Na afirmativa 06, Figura 24 podemos perceber novamente que apesar dos participantes apresentarem uma tendência para categoria de Ciência 1 e uma discordância com os fatores explicitados nos itens supracitados, 100% dos participantes Concordam totalmente ou Concordam com a possibilidade do erro na ciência, bem como seu caráter progressivo, permitindo a revisão de seus pressupostos e abertura de novas ideias.

A presente análise faz referência aos achados de Mortimer (2011) sobre o estudo das zonas de perfil conceitual, que necessitaria um estudo mais aprofundado para perceber como as características de uma zona conceitual pode representar um obstáculo epistemológico e

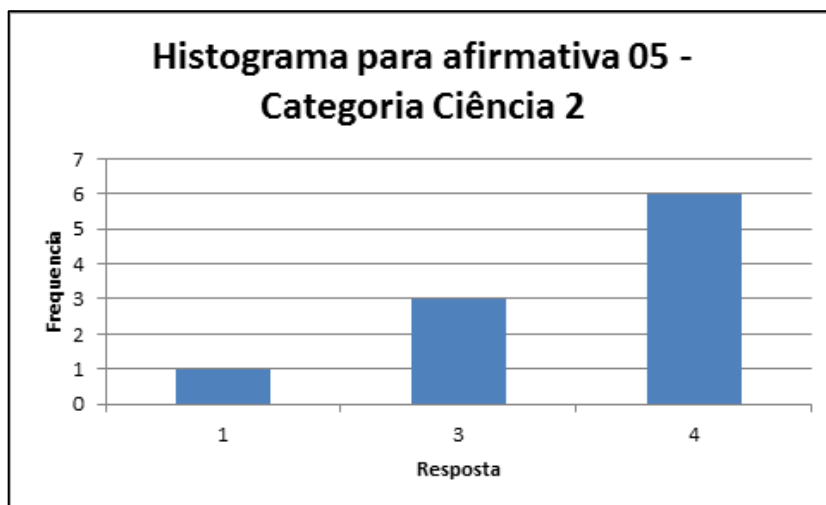
ontológico na construção de zonas mais avançadas, tendo em vista as respostas dadas e a presença da concepção empirista-indutivista no diálogo com a ciência.

Figura 22 - Histograma para afirmativa 2 da Categoria Ciência 2



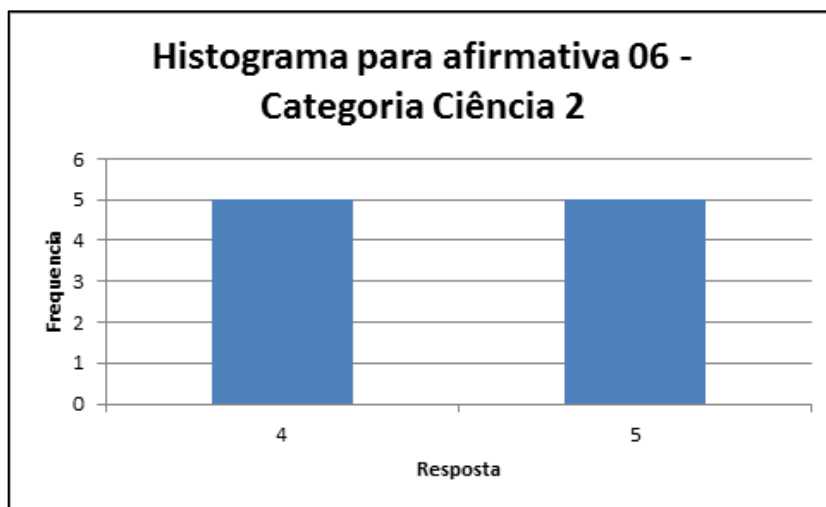
Fonte: Construção do autor

Figura 23 - Histograma para afirmativa 5 da Categoria Ciência 2



Fonte: Construção do autor

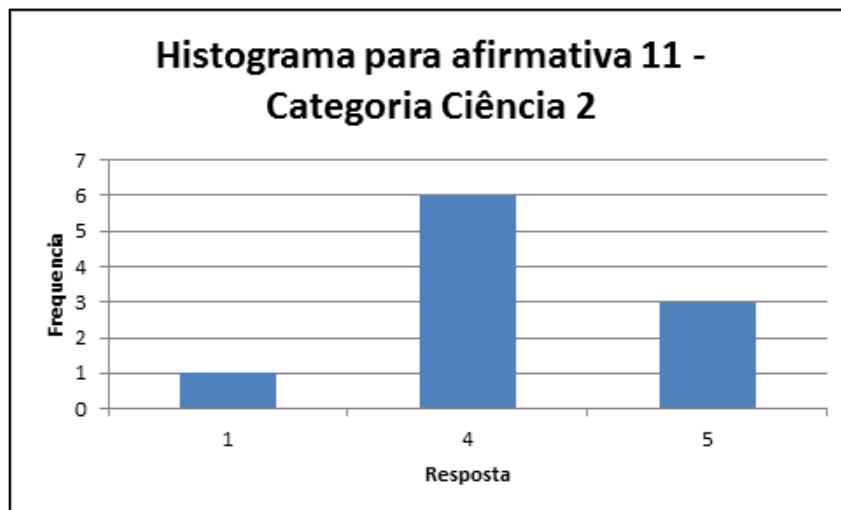
Figura 24 - Histograma para afirmativa 6 da Categoria Ciência 2



Fonte: Construção do autor

Na afirmativa 11, Figura 25 podemos perceber que 90% dos participantes apresentaram um conflito com a concepção epistemológica empirista-indutivista, embora os dados apresentados até o momento nas Tabelas 03, 04, 05, 06, 07 e 08 sugerirem uma discordância com o conteúdo explícito em cada item com média inferior a três (03) visto 1º§ da seção 6.2.1.

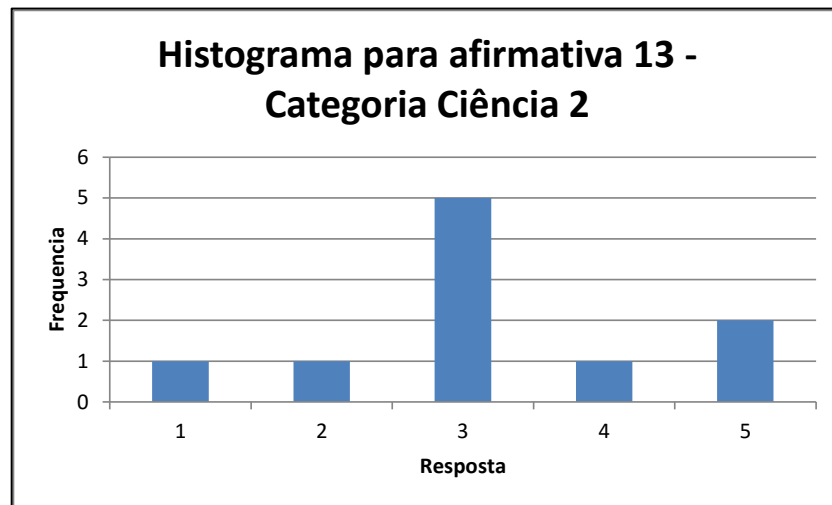
Figura 25 - Histograma para afirmativa 11 da Categoria Ciência 2



Fonte: Construção do autor

A afirmativa 13, Figura 26 retomamos a discordância com o conteúdo explícito no item apontando com uma discordância de 70% dos participantes, onde os mesmo acreditam na existência de um método científico que, se seguido rigorosamente conduz a resultados corretos e inquestionáveis.

Figura 26 - Histograma para afirmativa 13 da Categoria Ciência 2



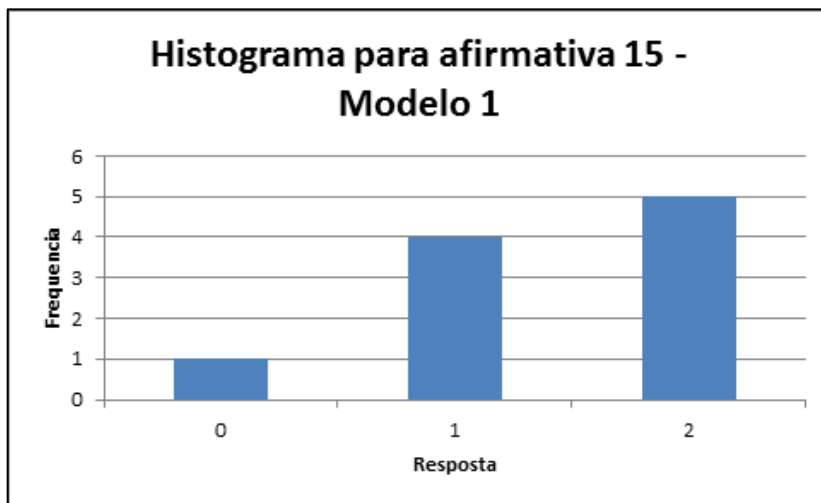
Fonte: Construção do autor

Em sequência apresentamos as afirmativas 15, 16, 17, 20, 22 e 23 que são integrantes do modelo de categoria Modelo 01, visto seção 5.3.1, no quadro 03, inferindo que os modelos científicos não representam a realidade de forma literal e completa (BRANDÃO, 2011).

Podemos perceber que as afirmativas 15 e 16, Tabela 16 e 17, apresentam um grau de discordância de 100% e 60% do conteúdo explícito no item apontando um total desconhecimento do processo de modelagem científica e a não necessidade de explicações e modelos de como funciona a realidade em determinado domínio.

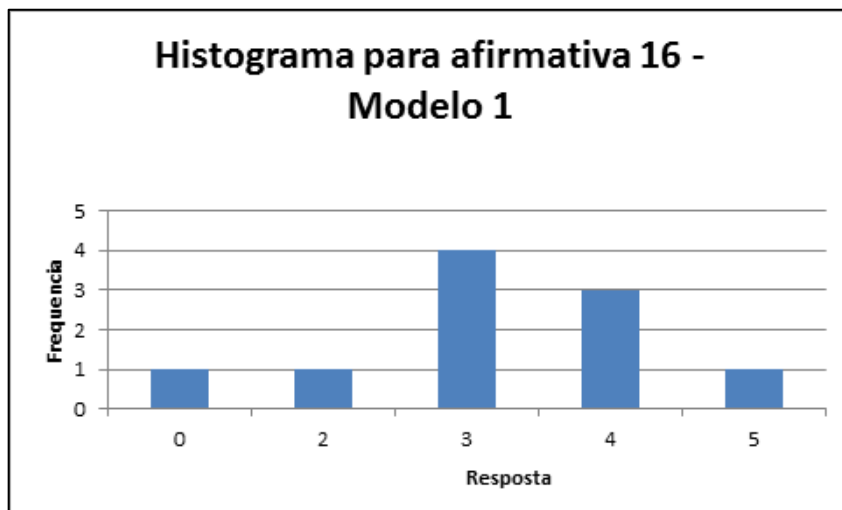
As afirmativas 17, 20 e 23 - Figura 27, 28 e 29 versão sobre a concepção de modelo científico, onde os participantes apresentaram respectivamente 90%, 70% e 80% de desacordo com o conteúdo explicitado, acreditando que em visão ingênua de modelo e modelagem científica onde seria possível descrever a realidade em seus mínimos detalhes; a incorporação de toda a complexidade dos sistemas naturais de interesse e na simplificação didática dos modelos para divulgação científica. A presença do zero (0) nos histogramas indica que não houve resposta por parte de um acadêmico as referidas perguntas.

Figura 27 - Histograma para afirmativa 15 da Categoria Modelo 1



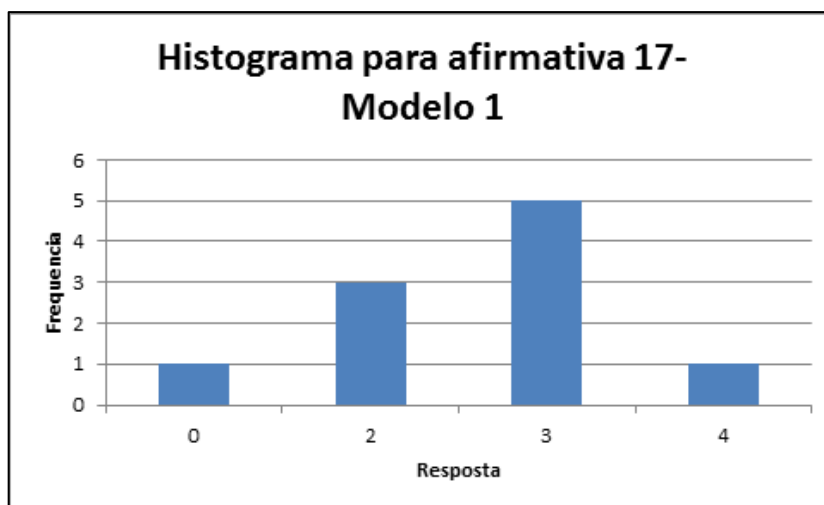
Fonte: Construção do autor

Figura 28 - Histograma para afirmativa 16 da Categoria Modelo 1



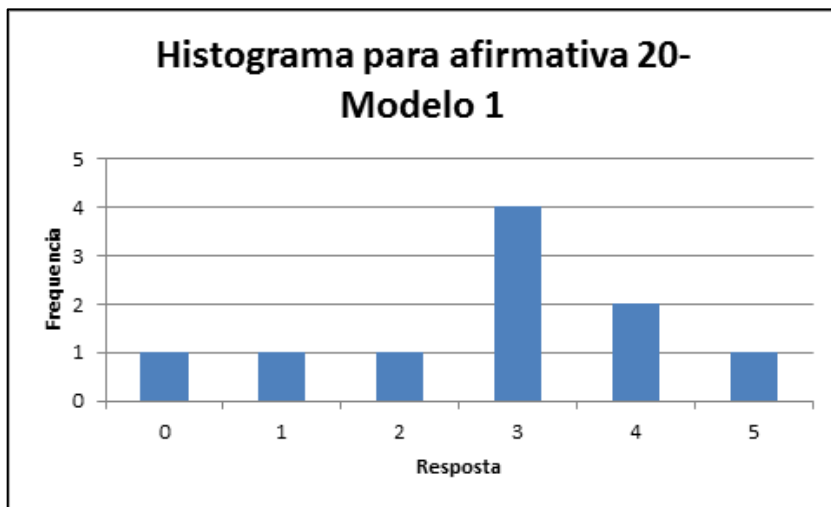
Fonte: Construção do autor

Figura 28 - Histograma para afirmativa 17 da Categoria Modelo 1



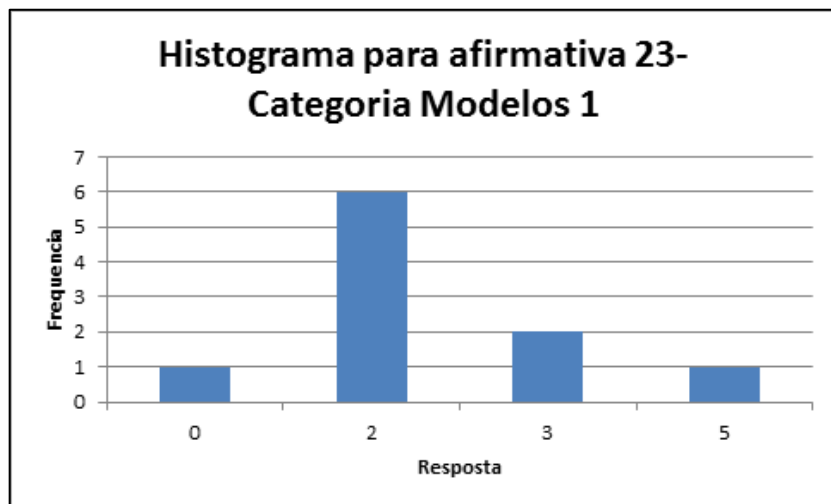
Fonte: Construção do autor

Figura 29 - Histograma para afirmativa 20 da Categoria Modelo 1



Fonte: Construção do autor

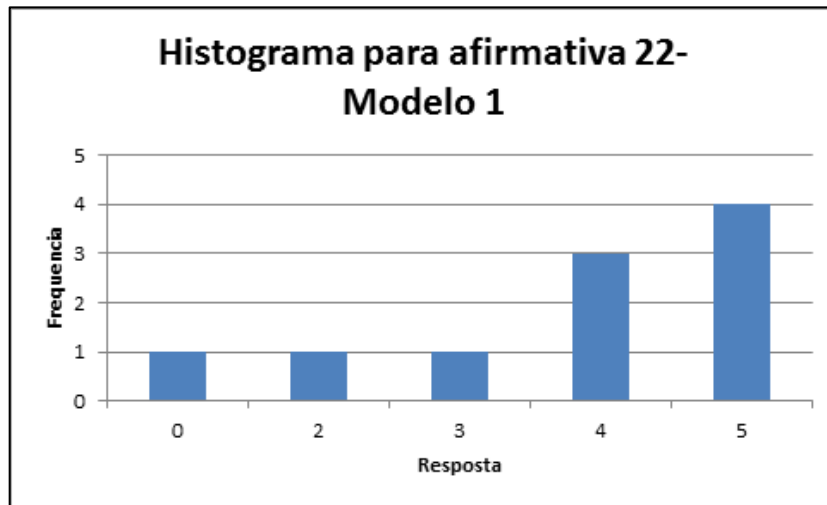
Figura 30 - Histograma para afirmativa 23 da Categoria Modelo 1



Fonte: Construção do autor

Em contra partida, a afirmativa 22, Figura 31, 70% dos participantes entendem que não faz sentido conceber mais de um modelo científico para o mesmo sistema natural.

Figura 31- Histograma para afirmativa 22 da Categoria Modelo 1

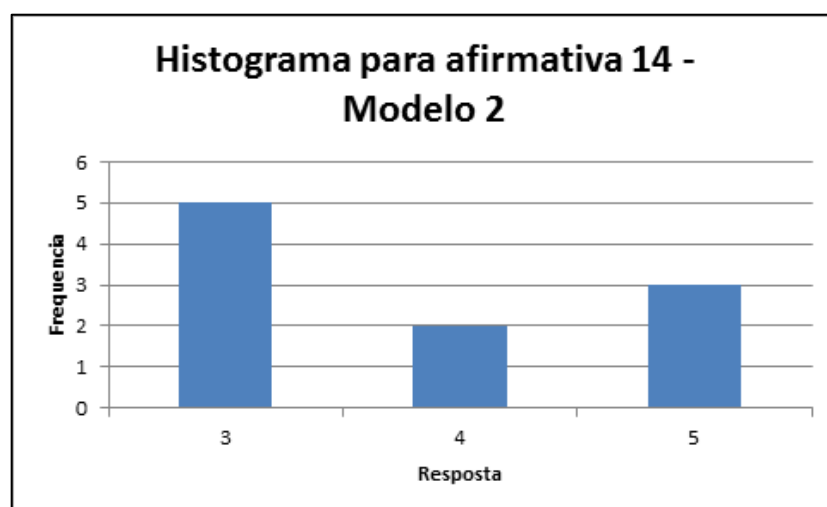


Fonte: Construção do autor

As afirmativas 14, 18, 19 e 21, Figura 32, 33, 34 e 35 são integrantes do modelo de categoria Modelo 02, visto seção 5.3.1, no quadro 05, inferindo que os modelos científicos são construções humanas simplificadas de sistemas físicos; explicando-os de forma parcial e aproximada, simulando com mecanismos hipotéticos e predizendo certos tipos de comportamentos. (BRANDÃO et al., 2011).

A afirmativa 14, Figura 32 apresenta 50% indecisos e 50% de concordância do conteúdo explicitado sobre a modelagem científica ser capaz de modelar mecanismos de funcionamento de sistemas naturais inaceitáveis aos sentidos humanos.

Figura 32- Histograma para afirmativa 14 da Categoria Modelo 2

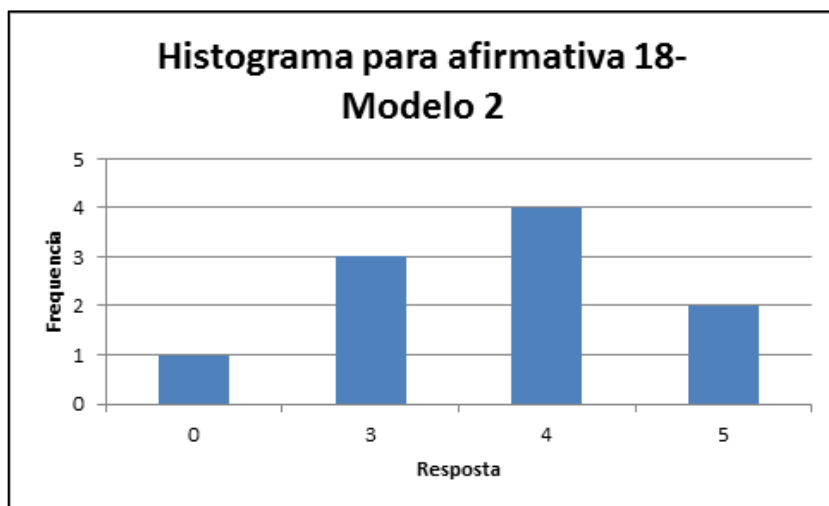


Fonte: Construção do autor

Nas afirmativas 18, Figura 33 e afirmativa 21, Figura 35, podemos perceber que os participantes apesar de não compartilharem o entendimento científico de modelo e modelagem científica verificado nas afirmativas anteriores, acreditam que os mesmos possam prever fatos novos e estes servem de mediadores entre a teoria e a prática.

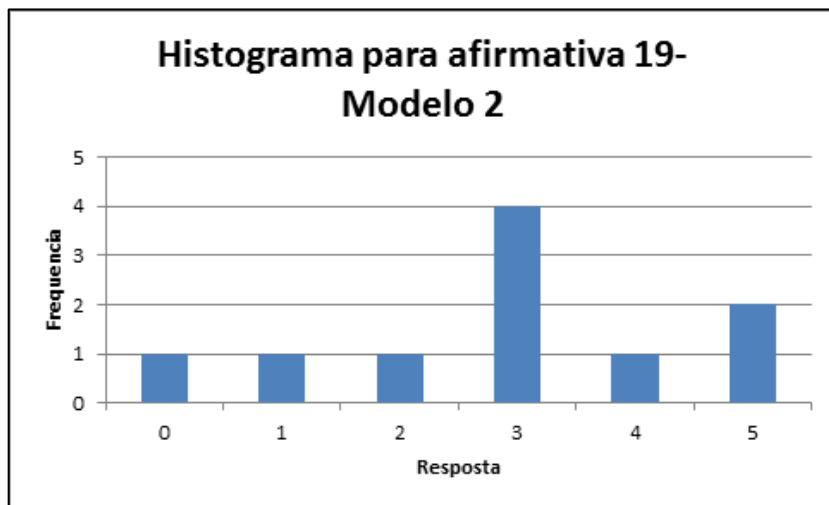
A afirmativa 19, Figura 34, sugere fortemente as discordâncias dos participantes para o determinado item, transparecendo o desconhecimento de modelo e modelagem científica.

Figura 33- Histograma para afirmativa 18 da Categoria Modelo 2



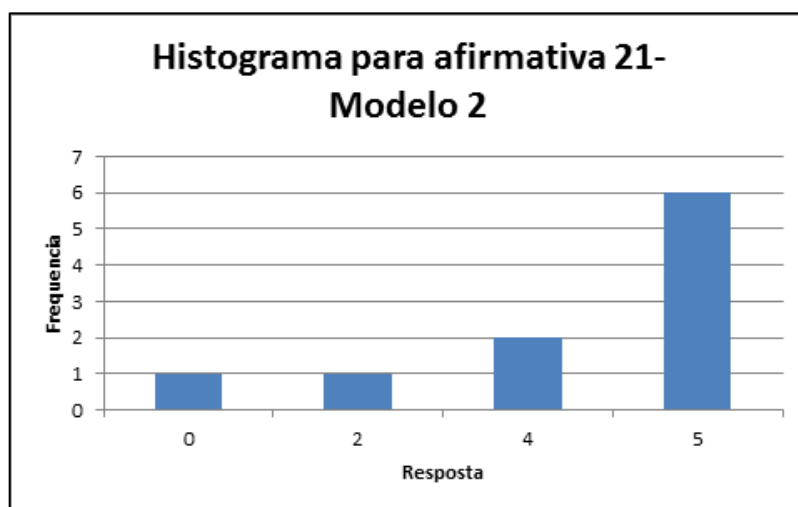
Fonte: Construção do autor

Figura 34 - Histograma para afirmativa 19 da Categoria Modelo 2



Fonte: Construção do autor

Figura 35- Histograma para afirmativa 21 da Categoria Modelo 2



Fonte: Construção do autor

No quadro 8 abaixo temos uma síntese das respostas dos participantes com suas devidas médias, vinculadas aos fatores. Ao analisarmos as médias totais percebemos que os participantes possuem uma tendência geral em assumir uma visão empirista-indutivista caracterizada na Ciência 1, bem como, apresentam uma visão de modelo coerente com o Modelo 1 visto na seção 5.3.1, quadro 03.

Também convém destacar que a média total dos participantes apresenta uma concepção incoerente com a postura construtivista acerca da Ciência e Modelagem Científica. Os resultados encontrados não são diferentes dos encontrados por BRANDÃO et al. (2011) sobre concepção de professores sobre Ciências, Modelo e Modelagem Científica.

Quadro 8 - Perfil dos agrupamentos obtidos

Fator	Acad 01	Acad 02	Acad 03	Acad 04	Acad 05	Acad 06	Acad 07	Acad 08	Acad 09	Acad 11	Média Total	Desvio Padrão
Ciência 1	2,8	2,1	3,0	2,1	2,3	2,0	2,5	2,5	3,6	3,1	2,6	0,52
Ciência 2	4,4	3,4	3,8	4,0	2,4	3,6	4,4	3,4	4,2	3,6	3,7	0,60
Modelo 1	2,8	2,8	2,8	2,5	3,7	2,5	2,8	0,0	3,7	2,7	2,6	1,01
Modelo 2	4,5	4,3	3,0	3,3	3,3	3,3	3,8	0,8	5,0	4,5	3,6	1,20
Média Global	3,4	3,0	3,1	2,8	2,8	2,7	3,2	1,7	4,0	3,3		

6.3 Motivação para aprender dos participantes

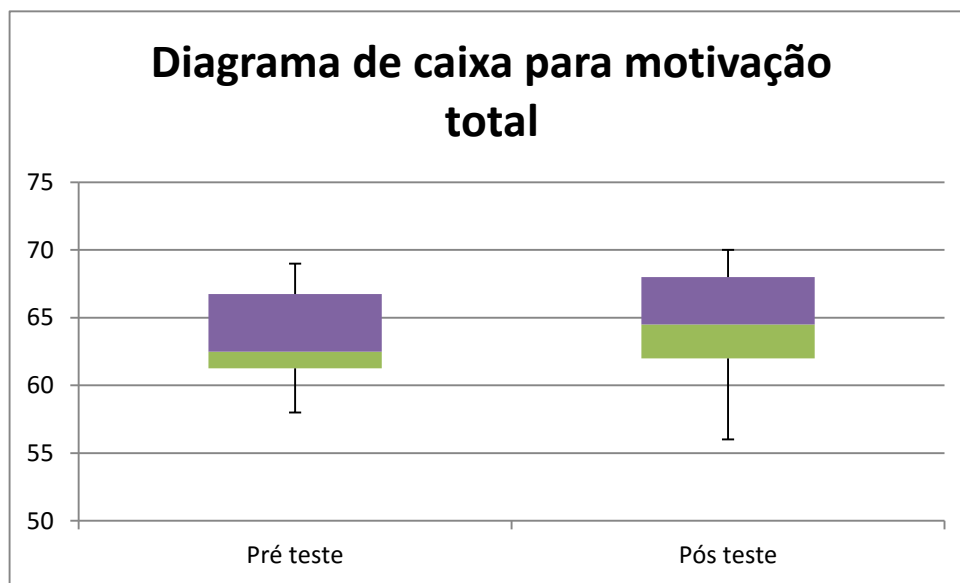
A Tabela 26, apresentamos os dados estatísticos correspondentes ao teste de motivação para aprender (pré-teste e pós-teste), representando os dados da média, mediana, desvio padrão e a faixa interquartil obtida pelos participantes e comparando os resultados do pré-teste e do pós-teste.

Tabela 26 - Dados estatísticos do teste de motivação para aprender

Participantes		Média	Desvio Padrão	Mediana	Faixa Interquartil	
Pré-teste	10	Extrínseca	21,6	2,98	21	2,75
		Intrínseca	41,9	3,78	42	4,75
		Total	63,5	3,56	62,5	6,0
Pós-teste	10	Extrínseca	22,9	4,74	23,5	6,0
		Intrínseca	41,7	4,24	41,5	4,0
		Total	64,6	4,45	64,5	6,0

Podemos perceber em análise do teste de motivação para aprender, com resultados mostrados na Tabela 26, que há uma maior motivação extrínseca no grupo estudado com uma mudança não significativa da média no pré-teste em relação ao pós-teste. A escala de entendimento da média total é constituída de um valor mínimo de 26 e máxima de 104, observando 70 como médias que comparado com os valores em negrito na Tabela 26 indicam uma motivação de superficial qualidade. Quanto à motivação total, figura 36 observando o diagrama de caixas e a Tabela 26, os valores da mediana e motivação total são similares e o mesmo pode-se dizer da variabilidade do desvio padrão e da faixa interquartil.

Figura 36 – Diagrama de caixa para motivação total



Fonte: Construção do autor

6.3.1 Teste de hipóteses para a variável motivação para aprender

Para a verificação do desempenho dos participantes no teste de motivação para aprender aplicado antes e após as atividades realizadas neste trabalho, fizemos uso da estatística não paramétrica de Wilcoxon pareado unilateral para testar a hipótese nula e alternativa dos escores obtidos pelos participantes no pré-teste e no pós-teste de acordo com a Tabela 27 apresentada abaixo (ZAIONTZ, 2015).

Tabela 27 - Probabilidades obtidas com Wilcoxon pareado unilateral para teste de motivação para aprender (pré-teste e pós-teste)

Motivação Total		
Número de Participantes	Nível de significância	Valor-p
10	0,05	0,084

A hipótese nula relacionada ao desempenho (H_0) não pode ser rejeitada por apresentar um valor maior que o nível de significância de 0,05. Isso significa que não podemos rejeitar a hipótese nula, ou seja, não há aumento ou redução estatisticamente significativa para a motivação total antes e após a intervenção.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de professores voltados para o ensino e aprendizagem de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental de Nove Anos ainda tem se mostrado carente levando em consideração alguns aspectos. Longe de tecer um parecer, historicamente, os ingressantes do referido curso possuem um distanciamento com as Ciências da Natureza. O currículo desses cursos não contempla discussões teórico-práticos suficientemente sólidos e tão pouco são observados os aspectos Históricos, Filosóficos, Ontológico da História da Ciência para suscitar o interesse dos acadêmicos para o Ensino de Ciências.

Outro fator relevante trata-se da motivação para aprender dos acadêmicos. A presente referência vem sendo estudada nos últimos anos em função de sua importância e capacidade de prever os acontecimentos no contexto educacional. Tornando-se um instrumento importante no que diz respeito ao Ensino de Ciências voltado o público da amostra deste estudo.

Na busca de instigar os acadêmicos do Curso de Licenciatura em Pedagogia, o presente trabalho aborda uma visão microscópica dos conceitos de Calor e Temperatura com uso de simuladores dentro de uma abordagem da História da Ciência. Do ponto de vista educacional, o uso de tecnologias não garante o aprendizado, mas alinhado a uma sequência didática adequada permite o debate com aporte de experimento virtual de um mundo cujos fenômenos ocorrem em uma escala de dimensões inacessível aos sentidos humanos (escala nanométrica).

Este estudo teve como foco principal conceber, implementar e avaliar uma sequência didática voltada a licenciandos em Pedagogia envolvendo os conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura em um contexto histórico, com o apoio de simulações computacionais. A avaliação deste produto compõe quatro momentos: aferir a motivação para aprender dos acadêmicos; o conhecimento das concepções prévias e construídas dos acadêmicos sobre os conceitos da Ciência e do fazer científico; a construção da linha do tempo e o uso de simuladores sobre os conceitos citados.

A motivação para aprender dos acadêmicos, revelou que a mesma existe, mas de superficial qualidade, não apresentando uma mudança significativa após a aplicação da proposta didática, conforme resultado do teste de hipótese estatístico. A análise estatística revelou que a motivação extrínseca, aquela movida por fatores externos ao interesse dos acadêmicos foi

superior à motivação intrínseca, onde o sujeito encontra-se predisposto e predeterminado a sentir-se parte de um contexto.

Quanto às concepções de átomo e molécula, o presente estudo constatou que os acadêmicos apresentarem algum resquício da Educação Básica em suas representações pictóricas, estando estas longe da concepção compartilhada pela comunidade científica. Tal constatação impacta diretamente no fazer pedagógico futuro. Tais lacunas possuem um potencial gerador de equívocos e obstaculizando seus futuros estudantes.

A análise do teste de conhecimento sobre calor e temperatura determina um resultado importante e quase unânime que é a presença da concepção epistemologia não racionalista de Ciência na amostra. Aqui caracterizada neste trabalho dentro do rol das concepções: animistas, com o calor como uma substância viva ou capaz de uma força motora de dar ou receber; a empirista onde o conhecimento científico deriva de dados da experiência não levando em conta as questões histórico-social-pessoal-linguística e filosófica e ao realismo, onde a ideia de calor está vinculada estritamente às sensações sem a reflexão sobre a sua natureza.

Não obstante, foi constatado a partir da investigação das concepções de Ciências, Modelo e Modelagem Científica que os acadêmicos possuem uma tendência geral em assumir uma visão empirista-indutivista caracterizada na categoria Ciência 1, bem como, apresentam uma visão de modelo coerente com a categoria Modelo 1. Além de apresentem uma concepção incoerente com a postura construtivista acerca da Ciência e Modelagem Científica. Inferindo que, os mesmo utilizam o senso comum para responder os fenômenos que o cercam, bem como, desconhecem o fazer científico e o processo de modelagem científica.

Elencamos como positivo na construção da linha do tempo sobre Calor e Temperatura com ênfase nas áreas das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia) que os resultados da atividade proposta demonstraram um efetivo engajamento e comprometimento dos acadêmicos abordando os conceitos de forma a relacionar cronologicamente seus fatos. A área da Física apresentou maior exploração dos conceitos seguidas da Química e Biologia, onde é possível constatar a percepção do conhecimento científico como um processo humano progressivo e contínuo questionando a validade dos dados experimentais, apontando uma possível evolução dentro da zona de concepção não racionalista aqui apresentado anteriormente.

Na avaliação do uso dos simuladores para a compreensão acerca de noções da estrutura microscópica da matéria podemos destacar que a maioria dos acadêmicos relacionaram

corretamente os modelos apresentados e o seu comportamento dinâmico com os conceitos de calor e temperatura, concluindo-se que o uso de simuladores computacionais permitiu auxiliar na compreensão de tais conceitos.

Neste sentido, podemos afirmar que o desenvolvimento do conjunto de atividades para aquisição de uma visão microscópica de Calor e Temperatura que culminam com o uso dos simuladores integrantes do Projeto *Molecular Workbench* mobilizou cognitivamente os acadêmicos a uma ascensão de conhecimentos sobre a visão microscópica dos conceitos de calor e temperatura. No que diz respeito ao simulador *Heat transfer II*, propomos a inclusão de uma fonte visível de energia externa ao sistema para deixar claro que a energia que possibilita o movimento dos átomos tem uma origem, dissipando a falsa ideia que a elevação da temperatura é a causa do aumento da energia cinética.

Para finalizar, cabe salientar que uma reformulação dos currículos dos Cursos de Licenciaturas em Pedagogia seria desejável com a inclusão primeiramente, de maior carga horária e espaço de discussões teóricas e metodológicas do Ensino de Ciência e em segundo lugar a inclusão estática ou transversal da História das Ciências de forma a oportunizar a reflexão da construção do conhecimento como um processo coletivo e gradual.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. M. R e MORTIMER, E. F. **Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 1, n. 3, pp. 5-18, Bauru, SP: ABRAPEC, 2001

ATAIDE, C.E. e SILVA, M.V. **As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da História e Filosofia da Ciência**. HOLOS, [S.l.], v. 4, p. 171-181, set. 2011. Disponível em: <<http://www.cefetrn.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/620>>. Acesso em: 06 Jun. 2014.

AZEVEDO, M. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. (org.) Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thompson, 2004, p. 19-33.

BACHELARD, G. A Filosofia do Não. Coleção Os Pensadores. Editora Abril Cultural: São Paulo.1978.

BARBOSA, R. **Perspectivas de uso do computador no ensino**. Anuário da produção acadêmica docente. v.3, nº5, 2009, p. 163-181

BERTUCCI, M.C. e OVIGLI, D.F. **O ensino de Ciências nas séries iniciais e a formação do professor nas instituições públicas paulistas**. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2009.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2000.

BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S; VEIT, E.A. e SILVEIRA, F.L. Validación de un cuestionario para investigar concepciones de profesores sobre ciencia y modelado científico em el contexto de la Física. **Revista electronica de investigación em educación en ciencias**, v.6, n.1, 2011.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. EDUCAÇÃO, M. D. Brasília: MEC 1996

_____. Resolução CNE/CP 1/2006. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de maio de 2006, Seção 1, p. 11.

CINDRA, J.L. e TEIXEIRA, O.P. **Calor e temperatura e suas implicações por intermédio de um enfoque histórico**. In: MARTINS, R.A.; MARTINS, L.A.C.; SILVA, C.C.; FERREIRA, J.M.H. Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: 3º Encontro. Campinas: AFHIC, 2004.

CONCORD CONSORTIUM. Disponível em: <<http://mw.concord.org/modeler/>> Acesso em 02 ago. 2014

CONSEZA, R. e GUERRA, L. Neurociência e Educação. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CUPANI, Alberto. **A ciência como conhecimento “situado”**. Pp. 12–22, in: MARTINS, R. A.; MARTINS, L. A. C. P.; SILVA, C. C.; FERREIRA, J. M. H. (eds.). *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: 3º Encontro*. Campinas: AFHIC, 2004.

DEMCZUK, O. **O uso de atividades didáticas experimentais como instrumento na melhoria no ensino de ciências: um estudo de caso**. 2007. 75f. (Mestrado em Educação em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DUCATTI-SILVA, K.C. **A formação no curso de Pedagogia para o ensino de ciências nas séries iniciais**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília, SP, 2005

FERNANDEZ, I.; GIL, D. ESTUDOS DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS XXXIII CARRASCOSA, Jaime; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. **Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza**. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3): 477–488, 2002.

FERREIRA, P. **Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico**. 2006. 165f. (Mestrado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de Minas Gerais.

GILBERT, J. K. **Models and Modelling: Routes to a more authentic science education**. *International Journal of Science Education*, London, v. 2, p.115 -130, 2004.

GIL-PÉREZ, Daniel; FERNÁNDEZ-MONTORO, Isabel; CARRASCOSA-ALÍS, Jaime; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência & Educação* 7 (2): 125–153, 2001.

GUIMARÃES, S. É. R. **Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas na sala de aula**. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Eds.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2001. p. 183.

IZQUEIRDO, I. **Memória**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

KHINE, M.S. e SALEH, I.M. **Models and Modelling in Science Education**. Springer. v.6, Cap. 6, 2011.

LIBANEO, J. C. **Concepções de organização e gestão da escola: concepções introdutórias para um exame crítico da discussão atual no Brasil**. *Revista Española de Educación Comparada*, Espanha, n.13, 2007.

LONGHINI, M. D. **O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 2, 2008.

LOPES, J. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e Tecnologia/MCES. (Coleção “Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas”). 2004.

LOM. (2000) LOM Working Draft v. 4.1. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>> Acesso em: 16 Jun. 2014.

MARTINS, A. **Sobre o papel da história da ciência no ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência v.9, p. 3–5, 1990.

MARTINS, R.. **A história das ciências e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxxiv, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MEDEIROS, A. e BEZERRA FILHO, S. **A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino de Física**. Ciência & Educação. v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000

MARZANO, R. J.; KENDALL, J. S. (eds.) (2006). The New Taxonomy of Educational Objectives. 2nd ed. Corwin Press.

MOREIRA, M. **Um mapa conceitual para interações fundamentais**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.8, n.2, p: 133-139, 1990.

_____. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006

_____. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. versão digital. Instituto de Física, UFRGS, Brasil, 2009.

_____. VEIT, E. **Ensino superior: bases teóricas e metodológicas**. São Paulo: E.P.U.,2010

_____. ROSA, P. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em ensino**. Instituto de Física, UFRGS, Brasil, 2007

MORTIMER, E. **Concepções atomísticas dos estudantes**. Quimica Nova na Escola. nº1, Maio, 1995.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências** , v1(1), pp.20-39, 1996.

OLIVEIRA, D. e ELLIOT,L. **O Portfólio como instrumento de avaliação da aprendizagem em escola montessoriana**. Meta: Avaliação, Rio de Janeiro, v. 4, n. 10, p. 28-55, jan./abr. 2012

OLIVEIRA, P.R.S. **A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química**. In:Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, 2003

PEDAGOGIA, **Projeto Pedagógico de Curso**. Jaguarão: UNIPAMPA, 2013.

PORLÁN, R. & MARTÍN, J.. **El diario del profesor**. Sevilla: Díada Editora, 1997.

PENA, F.L.A., RIBEIRO FILHO, A., **O uso didático da História da Ciência após a implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM): Um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas publicados em periódicos nacionais especializados em ensino de Física (2000-2006)**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 1: p. 48-65, abril, 2009.

PURIFICAÇÃO, F.; FIM, A. e DENIZE, M. **Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem: os desafios dos novos espaços de ensinar e aprender e suas implicações no contexto escolar.** Novas Tecnologias da Educação. v.3, nº1, 2005.

PIETRO, L.; TREVISAN, M.; DANESI, M. e FALKEMBACH, G. **O uso das tecnologias digitais em atividades didáticas nas séries iniciais.** Novas Tecnologias da Educação. v.3, nº1, 2005.

SANTINI, N. e TERRAZAN, E. **Estudo de equipamentos agrícolas para o ensino de física: produção e implementação de módulos didáticos em escolas agrotécnicas.** In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.

SANDRI, I e *et al.* **Concepções prévias do modelo de átomo dos alunos de engenharia de alimentos e engenharia química.** In: XXXIX CONBENGE, Blumenau, Santa Catarina, 2011.

SILVA, André . **Da physis à física, o livre contexto sobre a essência da matéria e do átomo.** Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2010.

SILVA, D. **Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura.** Tese de Doutorado. Faculdade de Educação-USP. 1995.

SILVA, E. e MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis: UFSC, 2005

SILVA, L e TERRAZAN, E. **O uso de analogias no ensino de modelos atômicos.** In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.

SILVEIRA, F. L. ; MOREIRA, M. A. . **Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura e energia interna..** Enseñanza de las Ciencias , Barcelona, v. 14, n.1, p. 75-86, 1996.

TOSCATO, C. e SAITO, H.T. **A prática docente no 1º ano do ensino fundamental e o ensino de ciências: um estudo de caso.** Ciência e Cognição, v.14, n.2, 2009.

VIDAL, B. **História da Química.** São Paulo: Martins Fontes, 1986.

ZABALLA, M. **Diários de aula.** Portugal: Porto editora, 1994.

_____. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAIONTZ, C. **Real Statistics Using Excel.** Disponível em: <<http://www.real-statistics.com>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

APÊNDICE A — Atividade exploratória com simulação computacional para interpretação microscópica da temperatura de um gás

Prezado Licenciando,

Estamos desenvolvendo um trabalho de pesquisa envolvendo o ensino de ciências com a finalidade de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem nesta área, sendo relevante para nosso estudo a sua participação.

Com isso, convidamos V. Sra. para responder os itens do questionário abaixo com atenção e sinceridade.

Nossos agradecimentos,
Prof. Heidimar França Machado

Objetivo da Atividade: A atividade com o simulador tem como objetivo a interpretação, na escala microscópica, do conceito de temperatura.

Apresentação da situação:

Nesta atividade será utilizado um simulador computacional que simulará o movimento tridimensional dos átomos em uma pequena amostra de gás neônio (gás Ne). O gás Ne é composto de átomos do elemento químico neônio (Ne). Na simulação, os átomos de gás Ne ocupam o volume de um cubo (indicado como um cubo de arestas na cor branca na simulação).

A propriedade física conhecida como temperatura é medida com um instrumento chamado termômetro. A temperatura é uma propriedade de uma amostra. A temperatura possui uma interpretação microscópica que depende do comportamento coletivo médio associado ao estado de movimento de um grande número de átomos ou moléculas que constituem uma amostra. A temperatura de um gás como o neônio é associada à energia cinética média dos átomos da amostra. A energia cinética média dos átomos, por sua vez, é relacionada com a velocidade média com que os átomos se deslocam em um movimento ao acaso incessante.

Tarefas:

- 1) Inicie a simulação. Observe o que ocorre por alguns instantes. Descreva com suas palavras o movimento dos átomos do gás Ne durante a simulação.

- 2) Na janela do simulador, selecione a opção "Mostrar a trajetória de um átomo". Com essa opção, o movimento de um átomo poderá ser rastreado e o átomo está representado na cor laranja. Descreva com suas palavras como o átomo indicado se comporta durante a simulação.

- 3) Abaixo da janela da simulação, utilize o controle deslizante para alterar o valor da temperatura. Observe o que ocorre com o movimento dos átomos do gás Ne, registrando por escrito as suas impressões sobre o que acontece: a) quando aumentar a temperatura; b) quando diminuir a temperatura.

- 4) Ajuste a temperatura a 25°C e em seguida reduza a temperatura até -246°C , e deixe a simulação executando durante alguns minutos.

Observe o que ocorre e elabore uma explicação para justificar o que você observou. Que tipo de processo físico pode ser identificado com a redução da temperatura do gás de 25°C até -246°C ?

- 5) Com base na simulação computacional que você explorou, o que você pode concluir a respeito da relação entre a temperatura do gás e o movimento de seus átomos?

APÊNDICE B – Atividade exploratória com simulação computacional para o estudo do conceito de calor

Prezado Licenciando,

Estamos desenvolvendo um trabalho de pesquisa envolvendo o ensino de ciências com a finalidade de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem nesta área, sendo relevante para nosso estudo a sua participação.

Com isso, convidamos V. Sra. para responder os itens do questionário abaixo com atenção e sinceridade.

Nossos agradecimentos,
Prof. Heidimar França Machado

Objetivo da Atividade: A atividade com o simulador tem como objetivo evidenciar, na escala microscópica, como ocorre a transferência de energia entre duas amostras a temperaturas diferentes..

Apresentação da situação:

- 1 - Duas substâncias diferentes (uma representada por átomos VERDES; e, a outra, por átomos VIOLEATA) são colocadas em contato uma com a outra;
- 2 - As substâncias estão, inicialmente, a diferentes temperaturas;
- 3 - A substância representada por átomos VERDES encontra-se a maior temperatura do que a substância representada por átomos VIOLETAS;
- 4 - As duas substâncias em contato encontram-se no estado sólido.

O que se quer responder com auxílio deste simulador: *o que acontece, a nível atômico, quando uma amostra de substância a maior temperatura é colocada em contato com outra amostra de substância a menor temperatura?*

Tarefas:

- 1) Inicie o simulador e observe os primeiros instantes da simulação (reinicie a simulação quantas vezes forem necessárias). Descreva o que acontece com o movimento dos átomos (VERDES e VIOLETAS) de cada substância durante a simulação.

- 2) O que, na simulação, está indicando que os átomos VERDES estão a maior temperatura do que átomos VIOLETAS?



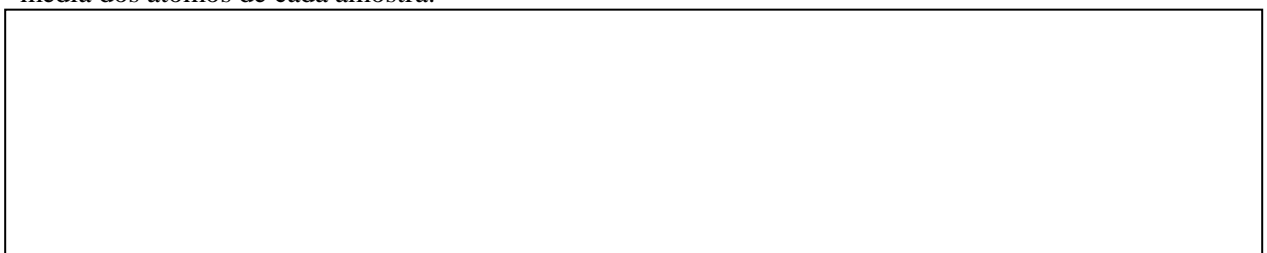
- 3) Rode a simulação por instantes mais longos. Enquanto a simulação é executada, observe que um gráfico representativo da situação é mostrado ao lado do simulador. Quais são as duas grandezas indicadas no gráfico?



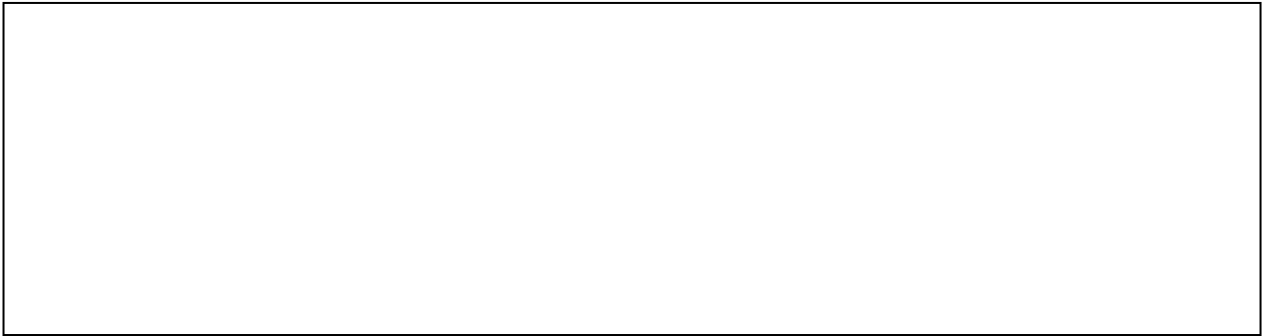
- 4) Reinicie a simulação e observe-a comparativamente ao gráfico (pause o simulador, se necessário). O quê, no gráfico, nos instantes iniciais da simulação, está indicando que a amostra de átomos VERDES está a maior temperatura que a amostra de átomos VIOLETAS?



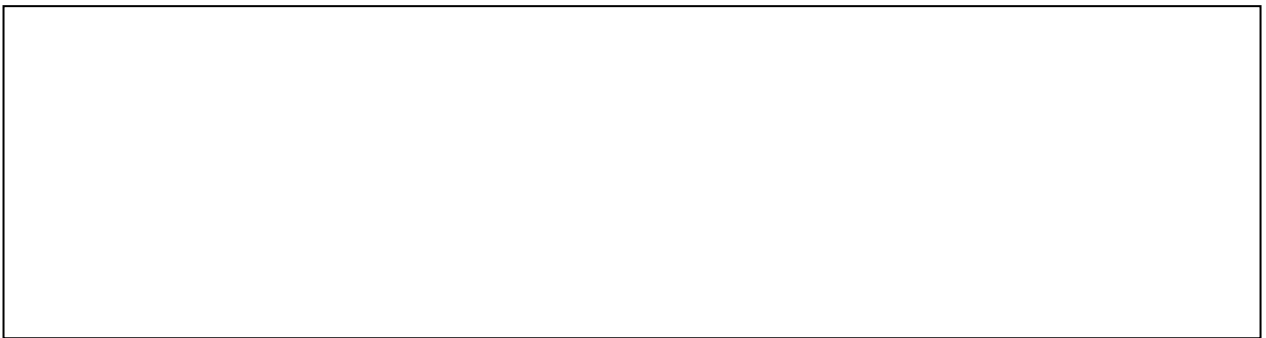
- 5) Deixe a simulação rodar por mais alguns instantes. Descreva o que ocorre com a energia cinética média dos átomos de cada amostra.



6) Como você poderia explicar o que está ocorrendo?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's answer to question 6.

7) Como o conceito de calor pode ser identificado nos resultados observados na simulação?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's answer to question 7.

APÊNDICE C – Termo de consentimento e livre esclarecimento

Prezados licenciando,

Sou professor da Universidade Federal do Pampa, Campus Jaguarão, RS, e atualmente desenvolvo uma investigação acadêmica junto a esta Instituição no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Bagé. A pesquisa que desenvolvo tem como objetivo geral conceber, implementar e avaliar uma sequência didática voltada a licenciandos em Pedagogia envolvendo os conceitos de átomo, molécula, calor e temperatura em um contexto histórico, 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 Dr. Paulo Henrique Guadagnini, docente da UNIPAMPA.

A participação dos estudantes do Curso de Pedagogia desta Instituição é de grande importância nesta investigação, pois os mesmos desenvolvem o componente curricular História da Ciência. 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 Instituição a qual desenvolvo 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 Instituição 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.

Jaguarão, 26 de setembro de 2014.

Heidimar França Machado

Mestrando 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 pelo mestrando e professor Heidimar França Machado.

Assinatura do(a) Responsável: _____

Instituição: _____ Data: _____

APÊNDICE D – PRODUÇÃO EDUCACIONAL

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CALOR E TEMPERATURA
EM UMA VISÃO MICROSCÓPICA PARA LICENCIANDOS
EM PEDAGOGIA**

HEIDIMAR FRANÇA MACHADO

Bagé

2016

1 INTRODUÇÃO

Apresentamos a produção educacional voltada para a componente curricular História da Ciência para Licenciandos em Pedagogia, que aborda conceitos de calor e temperatura. A realização das atividades que compõem este módulo didático foi desenvolvida, avaliadas e adaptadas para posterior utilização.

Esta produção educacional é composta por uma Sequência Didática dividida em sete atividades, conforme o Quadro 1 a seguir:

Quadro 01 – Relação de atividades da sequência didática

	Apresentação da Proposta
	Aplicação de Testes Prévios (Concepções sobre átomo e molécula - Concepções sobre calor e temperatura - Concepções ciência, modelo e modelagem científica)
Atividade 1	Concepção de Átomo – Representação e diferenciação de modelos atômicos
Atividade 2	Concepção de Molécula – Construção de Modelos Moleculares
Atividade 3	Concepção de Calor e Temperatura – Construção da Linha do Tempo sobre Calor e Temperatura
Atividade 4	Uso de Simulador Computacional – Visão microscópica dos fenômenos macroscópicos - Temperatura
	Socialização da linha do tempo construída pelos grupos de licenciandos, apontando os principais aspectos da evolução dos conceitos de calor e temperatura no contexto da área de conhecimento pesquisada pelo grupo e do período da idade moderna, fazendo relações com outros períodos da história e com as demais ciências.

Fonte: Dados do Autor.

A aplicação da presente Sequência Didática prevê 10 horas-aula de 2 horas/aula de 55 minutos.

No início da sequência didática é proposto dois protocolos de atividades individuais, com a finalidade de verificar as concepções dos acadêmicos acerca da temática, bem como uma avaliação diagnóstica sobre a motivação para aprender.

Na primeira e segunda atividade buscase a compreensão da noção do conceito de átomo e molécula no contexto histórico de sua produção partindo de uma visão macroscópica. Na terceira é proposto o estudo do conceito de calor e temperatura partindo da construção de uma linha do tempo a partir do período da Idade Moderna. A quarta atividade propõe a introdução das noções básicas sobre energia cinética e energia potencial com o uso de simulação computacional, introduzindo uma visão microscópica de calor e temperatura. Na última ativi-

dade da sequência, é proposto socialização da linha do tempo construída pelos grupos de licenciandos, apontando os principais aspectos da evolução dos conceitos de calor e temperatura no contexto da área de conhecimento pesquisada pelo grupo e do período da idade moderna, fazendo relações com outros períodos da história e com as demais ciências (Física, Química e Biologia).

2 GUIA DE ATIVIDADES PARA O (A) PROFESSOR (A)

Esta produção educacional traz ao professor (a), algumas orientações e sugestão para a realização das atividades sobre os conceitos de Calor e Temperatura por meio de uma visão microscópica.

2.1 Teste Prévio

O início da sequência didática prevê o levantamento de conceitos intuitivos pelos licenciandos acerca de átomo, molécula e modelo por meio de um questionário, que tem por objetivo identificar quais os conhecimentos dos licenciandos sobre os determinados conceitos.

O primeiro teste contém duas (02) questões dissertativas, que versam sobre os conceitos básicos de átomo e molécula. O segundo teste contém dez (10) questões de múltipla escolha, que versam o conceito de calor, temperatura e energia interna. O terceiro teste contém vinte e três (23) questões em forma de escala *Likert* com cinco que versam sobre a concepção sobre ciência, modelo e modelagem científica com (05) alternativas (Concordo totalmente; Concordo; Discordo; Indeciso; Discordo totalmente).

Questões do teste prévio¹ – Concepções sobre átomo e molécula

1) Represente a sua concepção de átomo na forma de um desenho.

2) Considerando que uma molécula de água é composta de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio, represente na forma de um desenho a sua concepção de uma molécula isolada de H₂O.

Questões do teste prévio² – Concepções sobre calor e temperatura

<p>1) Para que se possa falar em calor:</p> <p>a) é suficiente a existência de um único sistema (corpo); b) são necessários, pelo menos, dois sistemas; c) é suficiente a existência de um único sistema, porém ele deve estar "quente".</p>	<p>2) Para que se possa admitir a existência de calor deve haver:</p> <p>a) uma diferença de massa; b) uma diferença de energia; c) uma diferença de temperatura.</p>
<p>3) Podemos associar a existência de calor:</p> <p>a) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor; b) somente aos corpos que estão "quentes"; c) às situações em que ocorre, necessariamente, a transferência de energia.</p>	<p>4) O calor é associado:</p> <p>a) à energia cinética (movimento) das moléculas; b) à energia transmitida através de uma diferença de temperatura entre dois corpos; c) à energia contida em um corpo.</p>
<p>5) Um professor em uma aula experimental mostra dois recipientes de forma e tamanho iguais. No recipiente A é colocado o dobro de água que no recipiente B. Em seguida os recipientes são colocados em aquecimento até o ponto de ebulição (convencionado 100°C). A temperatura da água no recipiente A será:</p> <p>a) maior que a temperatura da água do recipiente B; b) igual que a temperatura da água do recipiente B; c) menor que a temperatura da água do recipiente B.</p>	<p>6) Referente a questão 5. A energia em forma de calor que foi envolvida nos processos de aquecimento será:</p> <p>a) maior no recipiente A; b) maior no recipiente B; c) igual nos dois.</p>
<p>7) Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em um congelador. Basicamente, que diferença há entre elas imediatamente após a retirada do forno e da geladeira, respectivamente?</p> <p>a) a quantidade de calor contida em cada um delas; b) a temperatura de cada um delas; c) uma delas contém calor e a outra não.</p>	<p>8) Uma aluno entra em uma sala de laboratório de ciências a uma temperatura ambiente de 25°C onde existe uma mesa de ferro e outra de madeira. Imediatamente liga-se o condicionador de ar. Após certo tempo, a temperatura da sala está em 20°C. A temperatura da mesa de ferro será:</p> <p>a) menor que a da mesa de madeira; b) maior que a da mesa de madeira; c) igual a da mesa de madeira;</p>
<p>9) A água (a 0°C) obtida pela fusão (processo físico de mudança de fase – sólido para o líquido) de um cubo de gelo (a 0°C), contém, em comparação ao gelo:</p> <p>a) mais energia; b) menos energia; c) a mesma quantidade de energia.</p>	<p>10) Um pneu de carro que parte do repouso se encontra a uma temperatura de 20°C. Depois de 30 minutos rodando em uma rodovia, o pneu aqueceu até 50°C. É correto afirmar que:</p> <p>a) as moléculas que constituem o ar e que estão no interior do pneu começam a se mover quando o pneu é aquecido de 20°C a 50°C; b) quando o pneu é aquecido, as moléculas que constituem o ar e que estão no interior do pneu tem sua energia cinética média elevada; c) a quantidade de calor que o pneu possui aumenta quando ele é aquecido.</p>

Questões do teste prévio³ – Concepções ciência, modelo e modelagem científica

Itens da Escala	Marque com um “X” somente uma alternativa abaixo				
	Concordo totalmente	Concordo	Indeciso	Discordo	Discordo totalmente
1. As teorias científicas representam a natureza tal como ela é de fato, descrevendo e explicando os fenômenos naturais de maneira completa					
2. Uma importante característica das teorias científicas é a possibilidade de que possam ser dadas como incorretas					
3. O progresso da ciência se deve ao descobrimento de teorias científicas cada vez mais completas e verdadeiras					
4. Todas as leis científicas são universais, pois elas podem ser aplicadas em qualquer situação e condição encontrada na natureza					
5. Os resultados observacionais e/ou experimentais sempre envolvem pressupostos teóricos					
6. A ciência não é certa, mas é progressiva por natureza, pois permite a revisão de seus pressupostos e está aberta a novas ideias					
7. A efetividade e a objetividade do trabalho científico se devem ao cumprimento fiel das etapas estabelecidas pelo método científico: observação, hipóteses, experimentos e elaboração de teorias					
8. Os resultados observacionais e/ou experimentais são as fontes indubitáveis para o conhecimento científico					
9. A discordância entre uma teoria e os dados observacionais e/ou experimentais determina que a teoria não possa ser considerada científica					
10. Não há lugar para a especulação, a invenção e a intuição na formulação das leis científicas.					
11. O conhecimento científico avança fundamentalmente pela capacidade do ser humano de formular problemas e propor soluções					
12. A experimentação contribui para o avanço da ciência na medida que serve de julgamento final para a comprovação de hipóteses e teorias científicas					

13. É um mito a existência de um método científico que, se seguido rigorosamente conduz a resultados corretos e inquestionáveis					
14. Há modelos científicos que simulam o mecanismo de funcionamento de sistemas naturais inacessíveis aos sentidos humanos					
15. Os cientistas descrevem a realidade em seus mínimos detalhes, incluindo o maior número de informações possíveis, no processo de modelagem científica de sistemas naturais					
16. As teorias que predizem corretamente os resultados das medições e observações experimentais em um determinado âmbito, não requerem explicações ou modelos de como funciona a realidade neste domínio					
17. Modelos científicos incorporam toda a complexidade dos sistemas naturais de interesse					
18. É possível prever fatos novos com modelos científicos					
19. Nenhum modelo científico representa exatamente aquilo a que se refere					
20. A semelhança entre o sistema físico e o modelo científico capaz de representá-lo deve ser completa e total					
21. Modelos científicos assumem um papel de mediação entre a teoria e a realidade					
22. Não tem sentido conceber mais de um modelo científico para o mesmo sistema natural					
23. Modelos científicos podem ser descritos como teorias científicas que são simplificadas para fins didáticos e de divulgação científica					

2.2 Atividade – Representação e diferenciação de átomos e modelos moleculares

Na atividade de diferenciação e representação dos átomos os estudantes deverão primeiramente a ordenar os átomos em ordem crescente de raio atômico e apresentar seus modelos. Para escolha dos átomos a serem representados sugerimos: Hidrogênio (H₂), Oxigênio (O₂), Carbono (C), Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Cloro (Cl). Na busca das informações sugerimos a disponibilização da Tabela Periódica⁴ com os valores de raio atômico para visualização dos valores de raio atômico.

OBJETIVOS DA PRIMEIRA ATIVIDADE

- Compreender a noção conceitual sobre átomo no contexto de sua produção.
- Representar os elementos químicos (com diferentes átomos) por modelos com esferas de isopor (diversos tamanhos) em busca de uma equivalência de raios atômicos.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para a realização da atividade são necessários os seguintes materiais:

- 06 tamanhos diferentes⁵ de bolas de isopor.
- Tabela periódica
- Tinta guache.
- Pincel.
- Jornal.

ORIENTAÇÕES GERAIS

Para esta atividade, convém destacar que a quantidade de bolas repetidas esta atrelada a quantidade total de estudantes. Sugerimos a formação de grupos de 03 a 04 integrantes para uma melhor interação. O uso da tinta guache necessita de um pote com água e um pano para limpeza na troca de cor, bem como, jornais para forrar a área de trabalho para facilitar na limpeza do local.

⁴ Sugestão da tabela periódica da página Ptable, aba propiedades <<http://www.ptable.com/?lang=pt#Property/State>>

⁵ Sugestão de tamanhos (25mm, 35mm, 50mm, 75mm, 100mm e 150mm).

Na segunda atividade de modelos moleculares os estudantes deverão representar modelos de moléculas diferentes. Para a realização da atividade sugerimos: Ozônio (O_3), Água (H_2O), Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) ou Fosfina (PH_3). A escolha de duas moléculas para cada grupo pode ser sorteada ou de escolhida livre, desde e que contemple a confecção de todas.

OBJETIVOS DA SEGUNDA ATIVIDADE

- Compreender a noção conceitual sobre molécula no contexto de sua produção.
- Representar as combinações de elementos com o uso de modelos concretos.
- Aplicar as noções de átomo e moléculas.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para a realização da atividade são necessários os seguintes materiais:

- Bolas de isopor⁶.
- Palitos de churrasco
- Tinta guache.
- Pincel.
- Jornal.

ORIENTAÇÕES GERAIS

Para esta atividade os estudantes devem fazer uso dos palitos de churrasco para representar as ligações entre os átomos de acordo com suas valências⁷ e as bolas de isopor (esferas rígidas) para realização da atividade.

⁶ Sugestão de tamanhos (25mm, 35mm, 50mm, 75mm, 100mm e 150mm).

⁷ Ver seção 5.2 tabela 01.

2.3 Atividade - Construção da Linha do Tempo sobre Calor e Temperatura

Na atividade de construção da linha do tempo sobre calor e temperatura os estudantes serão instigados a relacionar as relações existentes do ponto de vista da História da Ciência como sendo um processo contínuo, gradativo de conhecimento científico com seus erros e acertos.

OBJETIVOS DA PRIMEIRA ATIVIDADE

- Introduzir a evolução do conceito de calor e temperatura a partir da História da Ciência.
- Problematizar a visão do conceito de calor e temperatura com aporte da História da Ciência.
- Relacionar uso e aplicação dos conceitos de calor e temperatura com as áreas da Ciências da Natureza ao longo da História da Ciência

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para a realização da atividade são necessários os seguintes materiais:

- Papel pardo.
- Pincel atômico.
- Materias diversos para (cola, durex, etc.)

ORIENTAÇÕES GERAIS

Para esta atividade, o professor deverá apresentar uma pequena síntese sobre calor e temperatura da Pré-história até a Idade Média apontando alguns aspectos curiosos e instigantes que possam mobilizar os estudantes, conforme sugerido na seção 5.3 desta dissertação. Sugerimos a formação de grupos de 03 a 04 integrantes para uma melhor interação. A presente proposta tem como característica propor a construção de uma Linha do tempo coletiva da Evolução do conceito de Calor e Temperatura com ênfase nas áreas das Ciências Natureza (Física, Química e Biologia) tendo em serem conceitos transdisciplinares do currículo.

Para fins de avaliação, o professor deverá levar em consideração além dos objetivos propostos as questões conceituais, procedimentais e atitudinais dos estudantes.

2.4 Atividade - Uso de Simulador Computacional

A atividade com uso de simuladores visa neste caso compor as atividades de ensino-aprendizagem em que desejamos evidenciar conceitos e comportamentos físicos que ocorrem na escala de dimensões de átomos e moléculas (escala nanométrica). Onde tais conceitos são de difícil compreensão por parte dos estudantes devido ao afastamento que tais conceitos apresentam em relação ao mundo concreto e macroscópico.

2.4.1 - Visão microscópica dos fenômenos macroscópicos I

Na primeira atividade, os estudantes tem a oportunidade de deparar-se com o comportamento dos átomos e moléculas em diferentes temperaturas associados à energia cinética média, sendo essa relacionada com a velocidade média com que os átomos se deslocam em um movimento ao acaso.

OBJETIVOS DA PRIMEIRA ATIVIDADE

- Introduzir noções básicas sobre energia cinética e energia potencial com apoio dos simuladores computacionais.
- Introduzir uma visão microscópica de temperatura e calor com o apoio do simulador computacional.
- Problematizar sobre a capacidade dos modelos de prever um fenômeno, situação ou acontecimento.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para a realização da atividade são necessários os seguintes materiais:

- Computador
- O simulador *Phase Lab*⁸
- Protocolo de atividades⁹
- Materiais diversos para (cola, durex, etc.)

⁸ Disponível pelo Projeto *Molecular Workbench* no endereço <<http://mw.concord.org/modeler/>>

⁹ Disponível no APENDICE A desta dissertação.

2.4.2 - Visão microscópica dos fenômenos macroscópicos II

Na segunda atividade, os estudantes tem a oportunidade de observar uma visão microscópica do processo de transferência de energia, onde é possível perceber o grau de agitação das moléculas e a transferência de energia de uma amostra com diferentes temperaturas. O simulador possui um gráfico de Energia Cinética Média em função do tempo que favorece a compreensão do processo.

OBJETIVOS DA SEGUNDA ATIVIDADE

- Introduzir uma visão microscópica de temperatura e calor com o apoio do simulador computacional.
- Problematizar sobre a transferência de energia entre dois corpos.
- Problematizar sobre a capacidade dos modelos de prever um fenômeno, situação ou acontecimento.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Para a realização da atividade são necessários os seguintes materiais:

- Computador
- O simulador *Heat Transfer II*¹⁰
- Protocolo de atividades¹¹

¹⁰ Disponível pelo Projeto *Molecular Workbench* no endereço < <http://mw.concord.org/modeler/>>

¹¹ Disponível no APENDICE B desta dissertação.